

Ueber das Verhalten  
der im Säugethierkörper als Vorstufen des  
Harnstoffes erkannten Verbindungen  
zum  
**Organismus der Hühner.**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

**Doctors der Landwirthschaft**

verfasst und mit Genehmigung

Einer Hochverordneten Physiko-mathematischen Facultät der  
Kaiserlichen Universität zu DORPAT

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

Von

**W. Knieriem.**  
54952

Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. R. Boehm. — Prof. Dr. C. Schmidt. — Prof. Dr. B. Brunner.

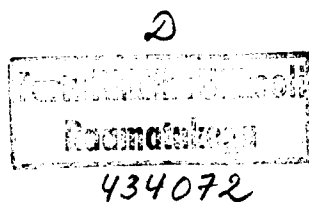
DORPAT 1877.

DRUCK VON H. LAAKMANN'S BUCHDRUCEREI & LITHOGRAPHIE.

Gedruckt mit Genehmigung der physiko-mathematischen Facultät an  
der Universität Dorpat.

Prof. Dr. L. Schwarz,  
d. Z. Decan der phys.-math. Facultät.

Dorpat, den 26. Mai 1877.  
Nr. 71.



Es ist eine längstbekannte Thatsache, dass bei Vögeln und einigen Reptilien die Harnsäure die Rolle des Harnstoffs im Organismus der Säugethiere vertritt, d. h. dass die Harnsäure im Körper dieser Thiere die Reihe der rückwärts gebildeten stickstoffhaltigen Körper abschliesst.

Es gilt bei diesen Thieren für die Harnsäure dasselbe, was bei den Säugethieren für den Harnstoff; wie bei diesen die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs, so ist bei jenen die Menge der täglich ausgeschiedenen Harnsäure ein Maass für die Grösse des Stoffumsatzes.

Die Menge der anderen stickstoffhaltigen Substanzen (Harnstoff, Kreatin) des Harns tritt bei den Vögeln gegenüber der ausgeschiedenen Harnsäure ungefähr in demselben Verhältniss zurück, wie dieses bei den Säugethieren zwischen Harnstoff einerseits und der Harnsäure und dem Kreatin andererseits der Fall ist. So fand Lehmann<sup>1)</sup>, dass vom Menschen unter normalen Verhältnissen auf 1 Theil Harnsäure 28—30 Theile Harnstoff ausgeschieden werden.

Nach meinen Versuchen wird von Hühnern auf ein Theil Harnstoff 20—60 Theile Harnsäure, bei Enten auf ein Theil Harnstoff 30—50 Theile Harnsäure ausgeschieden.

1) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie I. pag. 219.  
Spearatabdruck aus der Zeitschrift f. Biologie. Bd. XIII.

Da nun bei den Vögeln und den Harnsäure ausscheidenden Reptilien die gebildete Harnsäure ein Maass für die Grösse des Stoffumsatzes abgibt, so ist auch die Frage, auf welche Weise die Harnsäure aus dem Albumin der Nahrung entsteht, von hoher Bedeutung.

Es war aber ausserdem noch ein anderer Gesichtspunkt, der mich bewog, diese Frage experimentell zu bearbeiten, nämlich der Versuch, die Frage zu beantworten, ob die Harnsäure ihre Bildung einem ähnlichen resp. gleichen Prozess verdankt, wie der Harnstoff. Für diesen sind durch die Untersuchungen von Schultzen und Nencki<sup>1)</sup> und mir<sup>2)</sup> als Vorstufen das Leucin, Glycocoll, Asparaginsäure und Ammoniaksalze erwiesen.

Durchläuft nun das Eiweissmolekül bis zu seiner schliesslichen Ausscheidung als Harnsäure dieselben Vorstufen, oder kommen hier wesentlich andere Körper in Betracht?

Das war die Frage, die experimentell beantwortet werden musste; eine Frage, die um so interessanter erscheint, wenn man erwägt, dass deren Beantwortung uns Aufschluss darüber gewährt, ob im Körper der Säugethiere ganz bestimmte stickstoffhaltige Körper als Harnsäure austreten, oder ob die Harnsäure aus denselben Körpern entsteht wie der Harnstoff und ob in diesem Falle, aus bis jetzt noch unbekannten Gründen, ein Theil derselben nicht so weit oxydirt wird.

Allerdings ist diese letztere Ansicht von den Physiologen allgemein angenommen; diese Ansicht wird auch sowohl durch die Resultate der Versuche von Köhler, Frerichs<sup>3)</sup> und Neubauer<sup>4)</sup>, die nach Fütterung von Kaninchen mit Harnsäure den Harnstoffgehalt des Harns vermehrt fanden, als auch durch vielfache klinische Beobachtungen<sup>5)</sup> gestützt.

Der stricte Nachweis ist aber noch nicht geführt worden, denn wenn auch in den Organismus eingeführte Harnsäure zu Harnstoff weiter oxydirt wird, so ist damit noch nicht gesagt, dass unter normalen Verhältnissen der ausgeschiedene Harnstoff aus Harnsäure durch Oxydation entstanden sei, da die Harnsäure als Product einer künstlichen Verdauung von Eiweiss nicht gefunden ist. Bei Krankheiten kann ausserdem die Zersetzung des Eiweisses ganz anders verlaufen.

Dafür dagegen, dass man geneigt ist, als Vorstufen der Harnsäure im Säugethier-Organismus andere Stoffe anzusehen, als es die Vorstufen des Harnstoffes sind, spricht die von Huppert<sup>1)</sup> ausgesprochene Meinung: die Asparaginsäure würde, dem Körper einverleibt, als Harnsäure austreten.

Um die mir gestellte Frage zu beantworten, unternahm ich eine Reihe von Versuchen und zwar an Hühnern und Enten, die ich durch eine längere gleichmässige Fütterung auf eine constante Stickstoff-Ausscheidung gebracht hatte.

Nachdem die Harnsäure-Ausscheidung constant geworden war, wurden den Thieren Stoffe zugeführt, deren Uebergang in Harnstoff im Säugethier-Organismus erwiesen war.

Wenn diese Stoffe auch hier in Harnstoff übergegangen wären, so musste daraus gefolgert werden, dass dieselben bei Zersetzung der Albuminate im Vogel-Organismus nicht resultiren, dass die Zersetzung hier anders verlief, als bei den Säugethiern. Verlassen dagegen diese Stoffe den Hühnerorganismus als Harnsäure, so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Zersetzung der Albuminate hier in derselben Weise verlaufe, dass nur die Oxydation nicht so weit gehe, andernteils mit ebenso grosser Wahrscheinlichkeit ersichtlich, dass die als Vorstufen der Harnsäure im Säugethier-Organismus anzusehenden Stoffe dieselben seien, wie die Vorstufen des Harnstoffes, und dass der schliessliche Uebergang dieser Körper in Harnstoff oder Harnsäure von bis jetzt unbekannten Gründen abhängig ist.

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. VIII, pag. 124, 1872.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, pag. 263, 1874.

3) Erdmann's Journal für prakt. Chemie, Bd. 44, pag. 64, 1848.

4) Journal für prakt. Chemie, Bd. 70, pag. 47, 1857.

5) Vermehrung der Harnsäure bei acutem Gelenkrheumatismus, Leucämie, wo die Respiration, und in Folge dessen die Oxydation behindert sein soll.

1) Huppert, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, VI. Bd., 1873, pag. 1278.

Die Art der Versuchsanstellung war nun folgende: Ausgewachsene Hühner wurden in einen Holzkäfig gethan, den ich mir so zusammengezimmert hatte, dass sowohl der Hals, als auch die hintere Partie des Körpers mit der Kloake aus demselben herausragte. Unter die Kloake wurde nun eine gewogene Porcellanschale gelegt, in welche dann die ziemlich trockenen Excremente ohne jeglichen Verlust hineinfließen. Der Käfig war so eng, dass die Thiere sich in demselben gar nicht bewegen konnten; nach oben zu war er durch einen Deckel geschlossen, der nur geöffnet zu werden brauchte, wenn die Thiere, wie es jeden Morgen zu einer bestimmten Stunde geschah, gewogen wurden.

In diesem Käfig befanden sich die Thiere verhältnissmässig ganz wohl, wenn es auch immer einige Tage dauerte, bis sie sich daran gewöhnten, in dieser Gefangenschaft die vorgesetzte Nahrung aufzunehmen.

Ich habe auf diese Weise ein Huhn 8 Wochen gehalten; dasselbe blieb vollkommen gesund, und es dauerte nur ein paar Tage, bis es, aus seiner Gefangenschaft befreit, wieder vollständig sicher zu gehen vermochte.<sup>1)</sup> Nach einer Gefangenschaft von circa 8 Tagen wurden meist keine Steine, die die Ausführung einer Analyse natürlich sehr erschwert hätten, mehr ausgeschieden.

Eine Schwierigkeit bei der Benutzung dieser Thiere als Versuchsobjecte war die, dass der Harn und Koth aus der Kloake ausgeschieden, nicht getrennt der Analyse unterworfen werden konnten, da die Anlegung einer Fistel für den Harn eine zu weit eingreifende Operation gewesen wäre.

Eine Folge davon war, dass die Harnsäure-Bestimmung nicht so genau ausfallen konnte, als es ohne die Anwesenheit von unverdaulichem Protein und Extractstoffen des Koths hätte geschehen können.

1) Die Verdauung bei den Thieren ging immer gleichmässig gut von Statten, obgleich dieselben keine Steinchen erhielten. Es scheint also, dass die Steine, wie man häufig anzunehmen geneigt ist, zur Verdauung nicht unumgänglich nöthig sind. Man nimmt nämlich an, dass die Körner im Magen zwischen den Steinen, wie in einer Mühle zermahlen werden, und bei härterem Futter hätte diese Ansicht auch Einiges für sich.

Diesem Fehler konnte auf der anderen Seite wieder theilweise dadurch begegnet werden, dass bei gleichem Futter die Harnsäurebestimmung immer nach derselben Methode gemacht wurde, die Analyse daher unter sich sehr gut vergleichbare Zahlen gab, wie wir uns aus den Tabellen überzeugen können.

Meine Hühner wurden alle mit Graupen aus Gerste ernährt, die vordem für alle Versuchsreihen besorgt waren und aus derselben Quelle stammten.<sup>1)</sup>

Ich wählte als Nahrung gerade Graupen, weil es mir darauf ankommen musste, dieselbe nicht stickstoffreich zu wählen und andertheils nicht zu viel schwerverdauliche Stoffe einzuführen, da hierdurch die Harnsäurebestimmung unsicher geworden wäre. Bei Fleischnahrung werden z. B. immer viel mehr unverdaute Proteinkörper ausgeschieden, bei Nahrung mit stickstoff-ärmeren Nahrungsmitteln, z. B. Kartoffeln, wird die Stärke nicht vollständig verdaut, was beides den Fehler bei der Harnsäurebestimmung erhöht.

Ausserdem begünstigt die physikalische Beschaffenheit der Excremente nach Gersten-Nahrung die sorgfältige Aufsammlung derselben.

Mit Graupen ernährte Hühner entleeren ziemlich trockene wurstförmige Excremente, welche an einem Ende mit dem weissen oder seltener schwachgelblich gefärbten Ueberzuge des Nierensecretes bedeckt sind. Diese weissen Massen bestehen, wie man sich durch eine mikroskopische Untersuchung leicht überzeugen kann, aus lauter kleineren und grösseren Kügelchen, die in eine durchsichtige, zähe, eiweissartige Masse eingebettet sind. Diese schleimige Masse

#### 1) Die Graupen enthielten in 100 Theilen:

Wasser . . . . .	12.762
Protein . . . . .	9.767
Holzfaser . . . . .	2.391
Stärke . . . . .	67.440
Fett . . . . .	2.768
Asche . . . . .	1.795
Extractstoffe und Verlust	3.077
	<hr/>
	100.000

ist es, wie es auch Meissner<sup>1)</sup> angiebt, die das Zusammenhalten der Harnmassen zu Fetzen bedingt.

Vordem ich zu den Versuchsreihen selbst übergehe, will ich noch Einiges über die von mir benutzte Methode der Analyse mittheilen, die ich nach einer längeren Reihe von Vorversuchen für die geeignetste halte.

Die 24stündige Kothmenge wurde durch Wägen der Porcellanschale bestimmt und dann mit möglichst wenig Wasser in eine gleichfalls gewogene kleine Platinschale gespült und auf dem Wasserbade bis zu einem Wassergehalt von circa 50—60% getrocknet.

Nach dem Abkühlen wurde die Platinschale darauf gewogen, der Koth dann rasch in einem Achatmörser gehörig gemischt, was bei diesem Wassergehalt sich sehr gut ausführen lässt.<sup>2)</sup> Darauf wurden in kleinen bedeckten Porcellantiegeln verschiedene Portionen zu den einzelnen Bestimmungen abgewogen.<sup>3)</sup>

Die Stickstoffbestimmung geschah durch Verbrennen der getrockneten Substanz mit Natronkalk und Titriren der vorgelegten Normal-schwefelsäure. Die zur Harnsäurebestimmung abgewogene Substanz wurde in einem Becherglase einige Zeit in der Wärme mit Alcohol-Aether behandelt, um Harnstoff, Gallensäure, Farbstoffe und Fett aufzulösen, filtrirt und mit Alcohol gewaschen, bis derselbe farblos ablief. In dem alcoholischen Extracte wurde dann entweder Stickstoff oder Harnstoff bestimmt. Der Rückstand wurde dann mit 1.8% Natronlauge gekocht, bis die Harnsäure aufgelöst war, und das Gelöste wurde noch warm von dem Rückstande durch ein Leinwandfilter, mit Hülfe von Druck-Differenz getrennt.

1) Meissner, Zeitschrift für rationelle Medicin. III. Reihe, Bd. XXXI pag. 161, 1868.

2) Versuche, den Koth im trockenen Zustande, wie bei einem Wassergehalt von 70—80% gehörig zu mischen, waren erfolglos und aus diesem Grunde wurde die ganze Kothmenge bis zu einem Wassergehalt von 50% eingetrocknet. Schon C. Voit hat bei seinen Versuchen mit der Taube (Zeitschrift für Biologie. Bd. II, pag. 68, 1866) besonders aufmerksam gemacht auf die Schwierigkeit, den Koth im trockenen Zustande gleichmässig zu mischen.

3) Allerdings ist hier eine Fehlerquelle, die durch die Wasserverdunstung während des Mischens und Wägens entsteht, nicht zu vermeiden, aber dieser Fehler macht sich immer in demselben Sinne geltend.

Das Filtrat wurde nach dem Abkühlen auf ein bestimmtes Volumen gebracht, nochmals durch Papier wieder mit Hülfe von Druck-Differenz filtrirt und von dieser filtrirten Lösung ein gemessenes Volumen zur Harnsäurebestimmung genommen.<sup>1)</sup>

Die Harnsäure wurde durch Salzsäure gefällt und nach 48-stündigem Stehen in der Kälte wurden die ausgeschiedenen Krystalle auf einem gewogenen Filter gesammelt. Mit möglichst wenig Wasser gewaschen und wenn das Waschwasser 35 Cc. überstieg, wurde die von Zabelin und Voit empfohlene Correction angebracht, doch war dieses nur in einigen Fällen nöthig.<sup>2)</sup>

Die Ammoniakbestimmungen wurden folgendermassen ausgeführt: Die abgewogene Substanz wurde in einen Glasballon gespült, mit 10 Cc. Normalschwefelsäure und Wasser übergossen und bis zum Aufkochen erhitzt. Darauf unter Anwendung von Druck-Differenz durch Leinwand filtrirt und nach dem Abkühlen auf ein bestimmtes Volumen gebracht. Das Filtrat wurde nun durch Papier filtrirt und davon ein Theil, aber nie mehr als 20 Cc. zur Ammoniakbestimmung, die nach Schlösing-Neubauer gemacht wurde, genommen. Nach Verlauf von 4 Tagen wurde die Schwefelsäure dann wieder titirt.<sup>3)</sup>

1) Das zweimalige Filtriren durch Leinwand und Papier war deshalb nöthig, um das Auswaschen des Rückstandes auf einem Papierfilter, was eine kaum mögliche Procedur gewesen wäre, zu ersparen.

2) Vordem ich mich zu dieser Methode der Harnsäurebestimmung entschloss, machte ich einen Vorversuch, der mich diese Methode als genau genug erkennen liess. Es wurden zu diesem Zweck erstens 0.544 Grm. reine Harnsäure in Natronlauge gelöst und mit Salzsäure gefällt; ich erhielt durch Wiegen des Niederschlages 0.534 Grm. = 98.2%. In einem anderen Versuche wurden 0.5005 Grm. Harnsäure mit 1 Grm. feingestossenen Graupen gemischt, mit verdünnter Schwefelsäure das Ganze gekocht, bis die Stärke in Zucker übergeführt war, fast zur Trockne verdampft, mit Natron aufgenommen und in einem abgemessenen Theile des Filtrates die Harnsäure durch Salzsäure gefällt; ich fand dieses Mal 0.499 Grm. Harnsäure = 99.7%. Wie schon a priori anzunehmen war, fand ich hier mehr als das erste Mal, da die Harnsäure durch fremde Stoffe verunreinigt war. Jedenfalls zeigte der Versuch, dass der Fehler, welcher durch die Löslichkeit der Harnsäure entsteht, theilweise durch die Verunreinigungen, die die Salzsäure mitfällt, paralysirt wird.

3) Um die Bestimmungen noch genauer zu machen, benutzte ich hierzu  $\frac{1}{10}$  Normal  $\text{SO}_2$  und  $\frac{1}{20}$  Normal  $\text{NaO}$ , so dass ich noch eine Menge von 0.000085  $\text{NH}_3$  bestimmen konnte, da die Bürette  $\frac{1}{10}$  Cc genau abzulesen ge-

Wo der Harnstoff bestimmt wurde, geschah es in der alkoholischen Lösung der zur Harnsäurebestimmung abgewogenen Portion. Diese alkoholische Lösung wurde abgedampft, wieder mit Alcohol aufgenommen, filtrirt, abgedampft, in Wasser gelöst; die wässerige Lösung wurde mit basisch-essigsäurem Bleioxyd gefällt, das Filtrat durch Schwefelwasserstoff entbleit und filtrirt und daraus der Harnstoff mit salpetersäurem Quecksilberoxyd gefällt. Der Quecksilber-Niederschlag wurde in Wasser aufgeschlemmt, mit Schwefelwasserstoff behandelt. In dem jetzt resultirenden Filtrate wurde der Harnstoff nach der Bunsen'schen Methode unter Anwendung der von Bunge<sup>1)</sup> empfohlenen Vereinfachung bestimmt.

### Versuch mit Asparagin.

Den ersten Versuch machte ich mit Asparagin, dessen Uebergang in Harnstoff im Säugethier-Organismus durch eine frühere Arbeit von mir <sup>2)</sup> constatirt ist.

stattete.  $\frac{1}{10}$  Cc von  $\frac{1}{20}$  Normal NaO = 0.000085  $\text{NH}_3$ .) Auch hier hatte ich mich durch mehrere Vorversuche von der Brauchbarkeit dieser Methode überzeugt. Einen derselben führe ich an: Es wurden von gleichmässig durchgemischtem Hühnerkoth zwei Portionen abgewogen, Port. I = 5.356, Port. II = 6.235 Grm. Zu Portion II wurde 0.1626 Grm. Salmiak hinzugefügt. Beide Portionen wurden mit je 5 Cc Normal  $\text{SO}_3$  und 70 Cc Wasser erhitzt und filtrirt. Das Filtrat betrug bei beiden Portionen 100 Cc, hiervon wurden je 20 Cc mit Kalkmilch unter eine Glasglocke gestellt.

Portion I:

$$\begin{array}{rcl}
 5. & \text{December 10 Cc } ^{1}_{10} \text{ Nor. SO}_3 = 20 & \text{Cc NaO} \\
 9. & \text{" } 10 \text{ " " " " } = 16.5 & \text{" " } \\
 & & \underline{3.5 = 0.002975 \text{ NH}_3} \\
 & 20 \text{ Cc : } 0.002975 = 100 : 0.014875 \text{ NH}_3 \\
 & & \underline{5.356 : 0.014375 = 6.235 : 0.017316 \text{ NH}_3}
 \end{array}$$

## Portion II:

5. December 10 Cc  $\frac{1}{10}$  Nor. SO<sub>3</sub> = 20 Cc NaO  
9. " 10 " " " " = 3.8 " " "  
16.2 = 0.01377 NH<sub>3</sub>  
100 Cc Kothlösung = 0.06885 NH<sub>3</sub>  
6.235 Grm. Koth = 0.017316 " "  
0.051534 NH<sub>3</sub> = 0.16219 Salmiak

Es war also alles Ammoniak wieder gefunden.

1) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie, XIII. Jahrg. Heft 2.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, pag. 285, 1874.

Ein 1400 Grm. wiegendes Huhn wurde am 3. December in den Käfig gesperrt. Nachdem es einen Tag gehungert hatte, bekam es vom 4. December an täglich 20 Grm. Graupen, die den Abend vorher mit 20 Cc. Brunnenwasser übergossen wurden. Jeden Morgen 8½ Uhr wurde das Thier auf einer Wage, die ½ Grm. mit ziemlicher Genauigkeit angab, gewogen, darauf bekam das Thier erst seine Nahrung. Vom 8. Dezember an wurde die Stickstoff- und vom 9. die Harnsäure-Ausscheidung ziemlich constant, so dass am 12. das Asparagin dem Thierte gegeben werden konnte. Da das Asparagin sich als ein vollständig unschädlicher Körper herausgestellt hatte, so konnte ich eine grössere Menge dem Thierte zumuthen. Es bekam am 12. Dezember 4.61, am 13. Dez. 4.8 Grm., ohne dass es etwas von seiner Munterkeit und Fresslust einbüsste. Anfangs pickte das Thier die glänzenden Krystalle aus der Schale selbst auf, später mussten dieselben doch mit Gewalt dem Thierte in den Schnabel geschoben werden.

(Siehe die Tabelle I. auf Seite 45.)

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass das Resultat des Versuches ein vollkommen entscheidendes ist; während an den drei ersten Normaltagen (9.—11. December) die durchschnittliche Harnsäure Ausscheidung 0.7601 Grm. ist, dieselbe an den letzten drei Versuchstagen (15.—17. Dezbr.) 0.7665 Grm., im Mittel aller Normaltage 0.7633 Grm. beträgt, steigt dieselbe an den Asparagintagen auf 2.5811, 3.2733 und 1.4604 Grm., da der 14. December offenbar noch unter dem Einfluss der Asparagin-Eingabe steht. Es sind also an diesen drei Tagen 5.0248 Grm. Harnsäure mehr ausgeschieden, als drei Normaltagen entspricht. Diese 5.0248 Harnsäure enthalten 1.6749 Grm. Stickstoff. In den 9.41 Grm. Asparagin sind dem Thiere 1.7565 Grm. N eingegeben; hiervon sind 1.6749 als Harnsäure ausgetreten; 0.0816 Grm. N haben theils, wie es scheint, die kleine Ammoniak-Vermehrung (von 0.0364 Grm. Ammoniak = 0.03 N) verursacht, der Rest von 0.0516 hat sich der Bestimmung entzogen.

Auch der Harnstoffgehalt blieb, wie die Tabelle zeigt, ziemlich constant, (schwankend zwischen 0.0398 bis 0.0434).

Tabelle I.

Datum	Exkremente	Wassergehalt in Procenten	Harnsäure in 24 Stdn.	N aus Harnsäure berechnet	N direct gefunden	Differenz	NH <sub>3</sub>	Harnstoff	N der Einnahme	Differenz zwischen Einnahme u. Ausgabe	Asparagin	N in Asparagin	Futter	Körpergewicht
3. December	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Hunger	1413 Grm.
4. "	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3125	—	—	—	20 Grm. Graupen 20 HO	1396 "
5. "	28.5	—	0.5911	0.2970	—	—	—	—	0.3125	—	—	—	do.	1375 "
6. "	36.5	—	1.0407	0.2539	—	—	—	—	0.3125	—	—	—	do.	1349.5 "
7. "	24.6	63.58	—	—	—	—	—	—	0.3125	—	—	—	do.	1333.5 "
8. "	27.6	—	0.544	0.2813	0.3304	0.0491	—	—	0.3125	— 0.0179	—	—	do.	1321 "
9. "	21.7	—	0.7645	0.2548	0.3325	0.0777	—	—	0.3125	— 0.02	—	—	do.	1310 "
10. "	22.3	—	0.7696	0.2565	0.3375	0.081	—	—	0.3125	— 0.025	—	—	do.	1299 "
11. "	21	—	0.7463	0.2488	0.3263	0.0775	0.0534	0.040	0.3125	— 0.0138	—	—	do.	1288 "
12. "	19.3	—	2.581	0.8603	0.9884	0.0981	0.0992	0.0423	0.3125	+ 0.2146	4.61 Grm. v. 11 bis 4 Uhr	0.8605	do.	1255 "
13. "	20.2	—	3.2733	1.0911	1.1802	0.0891	0.0708	0.0434	0.3125	+ 0.0283	4.8 Grm. v. 11 bis 2 Uhr	0.806	do.	1255 "
14. "	25.3	—	1.4004	0.4848	0.5066	0.0208	0.0775	0.411	0.3125	— 0.2541	—	—	do.	1275 "
15. "	24	—	0.7747	0.2582	0.3235	0.0773	0.0484	0.0398	0.3125	— 0.013	—	—	do.	1265 "
16. "	25.2	—	0.7550	0.2517	0.3311	0.0794	0.0502	—	0.3125	— 0.0186	—	—	do.	1255 "
17. "	23.4	—	0.7699	0.2566	0.3357	0.0791	0.0503	—	0.3125	— 0.0232	—	—	do.	1255 "

Wie sich nach diesen Resultaten erwarten lässt, konnte Asparagin in den Excrementen nicht nachgewiesen werden, während wenn nur ein kleines Körnchen Asparagin den Excrementen zugesetzt wurde, dasselbe durch Kupferoxydhydrat gleich nachgewiesen werden konnte. Auch die Differenzen zwischen den täglichen N-Einnahmen und N-Ausgaben bleiben sich an den Normaltagen ziemlich constant, im Durchschnitt täglich 0.0181 Grm. N.

Schon der Koth an den beiden Asparagintagen liess mich auf die Umwandlung des Asparagins in Harnsäure schliessen. Der Koth war nämlich ganz weiss und krystallinisch, es wurde die Harnsäure also im krystallinischen Zustande ausgeschieden, was seinen Grund offenbar in dem Umstande hat, dass das schleimige Bindemittel nicht ausreichte, um die grosse Menge an Harnsäure am Krystallisiren zu verhindern.<sup>1)</sup>

Um mich schliesslich noch davon zu überzeugen, dass ich es wirklich mit einer Vermehrung von Harnsäure allein zu thun hatte, machte ich in der am 13. Dezbr. als Harnsäure gewogenen Substanz eine N-Bestimmung; 0.2538 Grm. gaben 0.0833 N. = 32.82% N, während reine Harnsäure 33.3% N enthält. Das Asparagin geht also im Hühner-Organismus in Harnsäure über.

#### Versuch mit Asparaginsäure.

Ebenso entscheidend wie bei dem Asparagin war der Versuch mit Asparaginsäure. Diese interessante Säure ist von Salkowski und Radziejewski<sup>2)</sup> und von mir<sup>3)</sup> als Produkt der künstlichen Verdauung von Blutfibrin und Kleber durch die Pankreasdrüse erwiesen. Vordem schon hatte ich<sup>4)</sup> den Uebergang der Asparaginsäure in Harnstoff im Säugethier-Organismus constatirt, so dass angesichts dieser beiden Resultate die Asparaginsäure als Vorstufe des Harnstoffs angesehen werden muss.

Zu diesem Versuche dienten, wie auch zu den folgenden dieselben Graupen; nur wurden in diesem Falle 25 Grm. Graupen und

1) Auf diesen Punkt werde ich später noch einmal zurückkommen.

2) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrg. VII, p. 299, 1874.

3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XI, pag. 198, 1875.

4) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, pag. 263, 1874.

30 Cc. Wasser täglich verabreicht, wobei das an sich schon leichtere Huhn in seinem Körpergewicht ziemlich constant blieb. Nachdem nach 5 tägiger Fütterung im Käfig die Stickstoff-Ausscheidung vom 14. Juli an ziemlich constant geworden war, bekam das Huhn am 18. Juli 2 Grm. Asparaginsäure, die mit den Graupen Abends vorher vermisch willig verzehrt wurden, ohne dem Thiere irgendwie zu schaden.

(Siehe die Tabelle II auf Seite 48)

Die gefundenen Zahlen lassen über den Verbleib der Asparaginsäure keinen Zweifel.

An den der Asparaginsäure-Fütterung vorhergehenden Normaltagen (14.—17. Juli) wurden im Mittel 0.9673 Harnsäure, entsprechend 0.3228 N, ausgeschieden. Die direkt gefundene Stickstoffmenge betrug im Mittel derselben Tage 0.4042 Grm. Die für die einzelnen Tage gefundenen Zahlen weichen nicht erheblich von diesen Mittelzahlen ab. An den der Asparaginsäure-Fütterung folgenden Normal-Tagen (19.—21. Juli) wurden im Mittel 1.0210 Harnsäure, entsprechend 0.34 Stickstoff, ausgeschieden. Die direkt gefundene Stickstoffmenge betrug im Mittel derselben Tage 0.4008 Grm. und auch hier liegen keine erheblichen Schwankungen vor, wie ein Blick auf die Tabelle lehrt.

Das Mittel aller Normaltage beträgt für die Harnsäure 0.99 Grm. = 0.33 Stickstoff täglich, dasselbe Mittel für den direkt gefundenen N ist 0.4027, woraus zugleich ersichtlich ist, dass die Differenz zwischen der direkt gefundenen und der aus der gefundenen Harnsäure berechneten Nmenge auch ziemlich constant ist für die vorhergehenden Normaltage (0.0818) und um ein Geringes grösser als für die folgenden Normaltage (0.0598.) Im Mittel finden sich 0.0723 Grm. N.

An den Asparaginsäuretagen wurden 1.5596 Grm. Harnsäure = 0.5199 N ausgeschieden. Die Differenz zwischen der direkt gefundenen und der durch die Harnsäure berechneten Stickstoffmenge (0.089 Grm.) ist nur um ein wenig grösser als das Mittel der so berechneten Differenz für alle Normaltage.

Es wurden an dem Asparaginsäuretage also 0.5696 Harnsäure = 0.1899 N mehr ausgeschieden, als im Mittel aller Normaltage. Mit der Asparaginsäure waren 0.2105 N aufgenommen; von dieser Nmenge wurden 0.2962 N (Differenz zwischen der an diesem Tage

Tabelle II.

Datum	Exkremente	Trocken- substanz	Wasser in Procenten	Harnsäure	N aus Harnsäure berechnet	N direkt gefunden	Differenz	Nils	N in Alcohol löslich	N der Einnahme und Ausgabe	Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe	Asparagin- säure	N in Asparagin- säure	Futter	Körper- gewicht
12. Juli	20 Gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25 Grm. Graupen 30 Cc. Ho	1098 Grm.
13. "	19 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1098 "
14. "	17 "	3.8851	77.45	0.9996	0.3332	0.4196	0.0864	0.0704	—	—	—	—	—	do.	1095 "
15. "	19 "	3.59	81.1	0.9062	0.3021	0.3983	0.0961	0.0705	0.0206	0.3903	0.008	—	—	do.	1100 "
16. "	20 "	4.0668	79.67	0.9439	0.3146	0.4011	0.0865	0.0684	—	0.3903	0.0108	—	—	do.	1100 "
17. "	22 "	3.757	82.92	1.0195	0.3398	0.3979	0.0581	0.0692	0.0227	0.3903	0.0076	—	—	do.	1100 "
18. "	24 "	5.1302	78.63	1.5596	0.5199	0.6089	0.0890	0.0712	0.0236	0.3903 0.2105 0.6008	—	0.2105	0.2105	do.	1096 "
19. "	21 "	3.7738	82.03	1.0256	0.3418	0.3962	0.0544	0.0682	0.0226	0.3903	0.0059	—	—	do.	1092 "
20. "	20 "	3.625	81.88	0.9768	0.3289	0.4069	0.078	0.0728	0.0222	0.3903	—	—	—	do.	1092 "
21. "	22 "	3.9878	81.87	1.0584	0.3528	0.3967	0.0469	0.0631	—	0.3903	0.0094	—	—	do.	1090 "
22. "	20.5 "	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3903	—	—	—	do.	1090 "
23. "	19 "	M. d. 4 vorherg. Normal- tage 3.6122 80.285	M. d. 4 vorherg. Normal- tage 80.285	M. d. 4 vorherg. Normal- tage 0.9673	0.3228	0.4042	0.0818	0.0696	—	0.3903	0.0088 0.0137	—	—	do.	1088 "
		Mittel d. 3 folgen. Normal- tage 3.7855	Mittel d. 3 folgen. Normal- tage 81.92	Mittel d. 3 folgen. Normal- tage 1.0202	0.340	0.408	0.0598	0.068	—	0.3903	0.0106	—	—	do.	1088 "
		M. aller Normal- tage 3.8051	M. aller Normal- tage 80.99	M. aller Normal- tage 0.99	0.33	0.4027	0.0723	0.0689	M. aller 5. Tage 0.0223	0.3903	0.0097	—	—	do.	1086 "



ausgeschiedenen N-menge und dem Mittel aller Normaltage) wieder gefunden; 0.0043 N waren verloren gegangen. Von den 0.2062 N waren 0.1899 in Form von Harnsäure ausgetreten. 0.0163 Grm. Stickstoff hatten also in anderer Form den Organismus verlassen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Differenz, welche an dem Asparaginsäuretage zwischen der direkt gefundenen und der aus der Harnsäure berechneten Stickstoffmenge gefunden wurde, fast um denselben Werth grösser ist, als die ebenso ermittelte Differenz für sämtliche Normaltage. (0.089 — 0.0723 = 0.0167.)

Entsprechend diesem Resultate blieb auch die Ammoniak-Ausscheidung constant. Während im Mittel aller Normaltage täglich 0.0689  $\text{NH}_3$  ausgeschieden wurden, betrug die Ammoniakmenge am Asparaginsäuretage 0.0712 Grm.

Dasselbe lässt sich für die in Alcohol löslichen N-Verbindungen sagen, die wohl hauptsächlich aus Harnsäure, Gallensäure und Gallenfarbstoff bestehen; auch diese Körper zeigten keine Vermehrung nach der Asparaginsäure-Eingabe.

Angesichts dieser Resultate lässt sich mit voller Berechtigung sagen, dass die Asparaginsäure, eine Vorstufe des Harnstoffs im Säugethier-Organismus, dem Vogel-Organismus einverleibt, denselben als Harnsäure verlässt und höchst wahrscheinlich wohl auch eine Vorstufe der Harnsäure ist.

### Versuch mit Glycocoll.

Für das Glycocoli hatten Schultzen und Nencki in ihrer schon erwähnten Arbeit den Uebergang in Harnstoff in dem Säugethier-Organismus erwiesen. Es war daher interessant zu untersuchen, wie sich dieser Körper im Vogel-Organismus verhält.

Den dahin gehörigen Versuch, den ich mehrmal mit demselben Resultate angestellt habe, führte ich in ganz derselben Weise wie die früheren aus.

Ein ziemlich grosser Hahn von circa 1700 Grm. Körpergewicht wurde zu diesem Versuche in den Käfig gesperrt.

Tabelle III.

[illegible]

Nachdem nach einer achttägigen Fütterung mit 35 Grm. Graupen und 45 Cc. Wasser die Harnsäure- und Stickstoffausscheidung constant geworden war und auch die Differenz zwischen der direkt gefundenen und der aus der Harnsäure berechneten N-Menge sich gleich blieb, wurden am 24. Juni 1.645 Grm. und am 26. Juni 2.135 Grm. Glycocoll, in etwas Natron gelöst, dem Thiere mit den Graupen verabreicht. Beide Male wurde der dem Glycocoll entsprechende Stickstoff erst im Laufe von 48 Stunden ausgeschieden, was wohl daran lag, dass das Thier die ganze Portion der Substanz nicht auf einmal, sondern innerhalb 3 Stunden bekam. Der 28. Juni war wieder als vollständiger Normaltag anzusehen, denn die Harnsäure und N-Ausscheidung war wieder die normale.

Im Mittel der 7 Normaltage wurden 1.3912 Harnsäure (0.4637 N) und 0.5631 Stickstoff täglich ausgeschieden. Die Differenz zwischen der direct gefundenen und aus der Harnsäure berechneten N-Menge betrug im Mittel 0.0994, an den einzelnen Tagen sind keine erheblichen Abweichungen vom Mittel zu bemerken.

An den 4 unter dem Einfluss der Glycocoll-Fütterung stehenden Tagen stieg dagegen die Menge der secernirten Harnsäure auf 7.5641 Grm. Es waren also 1.9993 Harnsäure mehr als 4 Normaltagen entspricht ausgeschieden.

Mit den 3.78 Grm. Glycocoll waren 0.7055 N dem Thiere gegeben; an den vier Tagen (24.—27. Juni) waren 0.6605 N mehr ausgeschieden. 0.045 N hatten sich also der Bestimmung entzogen. Die 0.6605 N hatten eine Harnsäurevermehrung von 1.9993 Grm. verursacht, was mit der aus dem N berechneten Harnsäuremenge gut übereinstimmt; es war eine Spur Harnsäure zu viel gefunden, diese Menge reicht aber schon in die Grenzen der Versuchsfehler.

Die Ammoniakmenge und die Menge der in Alcohol löslichen N-Verbindungen war auch während des ganzen Versuchs ziemlich constant, am 26. Juni waren die Excremente nur stärker grünlich gefärbt als sonst, es scheint damit die etwas grössere N-Menge des Alcoholextractes zusammenzuhängen.

Glycocoll war in den Excrementen durch Kupferoxydhydrat nicht nachweisbar. Das Glycocoll verlässt also ebenso wie die vorher besprochenen Körper den Vogel-Organismus als Harnsäure

und ist als eine Vorstufe der Harnsäure anzusehen, welche Ansicht noch eine Stütze gewinnt durch den Umstand, dass Nencki <sup>1)</sup> neuerdings Glycocoll bei der künstlichen Verdauung von Leim durch die Pankreasdrüse gefunden hat.

### Versuch mit Leucin.

Ein weiterer Körper, den ich auf sein Verhalten im Hühner-Organismus prüfte, war das Leucin <sup>2)</sup>, welches bekanntlich auch als Vorstufe des Harnstoffs im Säugethier-Organismus erwiesen ist. Die Versuchsanstellung war auch hier dieselbe und führte, wie die Tabelle IV zeigt, zu gleichem Resultate.

(Siehe die Tabelle IV auf Seite 18.)

Nachdem vom 19. Januar die Harnsäure- und Stickstoffausscheidung nahezu constant geworden war, wurden am 24. Januar 2.3 Grm. Leucin dem Thiere verabreicht.

Im Mittel der 8 Normaltage schied das Thier 1.001 Grm. Harnsäure (= 0.3336 N) und 0.4863 N im Ganzen täglich aus. An dem Leucintage stieg die Menge der Harnsäure auf 1.6282 Grm. (also 0.6272 Grm. Harnsäure = 0.2091 N mehr.)

Die Stickstoffausscheidung an diesem Tage betrug 0.7188 Grm. In den 2.3 Grm. Leucin waren 0.2458 Grm. N enthalten, hiervon wurden wiedergefunden 0.2325 Grm.; 0.0136 Grm. hatten sich der Bestimmung entzogen. Von diesen 0.2325 Grm. N waren 0.2091 als

1) Berichte der d. chem. Gesellschaft, Bd. VII, pag. 1593, 1874.

2) Das Leucin hatte ich mir durch Verdauen von Kleber durch die Pankreasdrüse (conf. Zeitschrift für Biologie Bd. XI, pag. 200, 1875) dargestellt. Durch eine Elementaranalyse überzeugte ich mich von der Reinheit der allerdings blendend weissen Krystallblättchen.

0.232 Grm. Leucin (bei 110° C getrocknet) gaben 0.4665 CO<sub>2</sub> = 0.1272 C und 0.2095 HO = 0.02328 H.

0.3252 Grm. Leucin gaben 0.238 Pt = 0.03364 N

Gefunden: Die Formel C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>4</sub> verlangt:

C 54.83	C 54.96
H 10.03	H 9.92
N 10.34	N 10.69
O 24.80	O 24.43
100.00	100.00

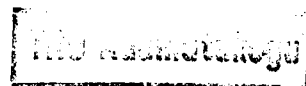


Tabelle IV.

Datum	Excremente	Trockensubstanz	Wasser in Procenten	Harnsäure	N aus Harnsäure	N direct gefunden	Differenz	NH <sub>3</sub>	N der Einnahme	Leucin	N in Leucin	Futter	Körpergewicht
15. Januar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30 Grm. Graupen 40 Cc. HO	1208 Grm.
16. " "	45 Grm.	6.398	86.01	—	—	0.6706	—	—	0.4687	—	—	do.	1237 "
17. " "	47 "	—	—	—	—	—	—	—	0.4687	—	—	do.	1233 "
18. " "	46 "	—	—	—	—	—	—	—	0.4687	—	—	do.	1229 "
19. " "	42 "	5.7	86.43	—	—	—	—	—	0.4687	—	—	do.	1225 "
20. " "	40 "	—	—	0.9901	0.330	0.4817	0.1517	0.0917	0.4687	—	—	do.	1220 "
21. " "	38 "	5.63	85.05	1.0595	0.3532	0.4803	0.1271	0.0831	0.4687	—	—	do.	1216 "
22. " "	40 "	—	—	1.007	0.336	0.4942	0.1582	0.0974	0.4687	—	—	do.	1209 "
23. " "	42 "	5.85	86.06	1.0302	0.3434	0.4841	0.1407	0.0885	0.4687	—	—	do.	1209 "
24. " "	46 "	6.772	85.3	0.9776	0.3259	0.4874	0.1615	0.1055	0.4687	—	—	do.	1206 "
25. " "	45 "	6.33	85.93	1.6282	0.5427	0.7188	0.1761	0.1299	0.4687 (0.7145)	2.3 Grm.	0.2458	do.	1204 "
26. " "	43 "	5.626	86.9	1.0049	0.3349	0.4986	0.1637	0.1037	0.4687	—	—	do.	1202 "
27. " "	44 "	—	—	0.962	0.3207	0.4822	0.1615	0.0956	0.4687	—	—	do.	1199 "
28. " "	42 "	—	—	0.9772	0.3291	0.4830	0.1531	0.0921	0.4687	—	—	do.	1196 "
				Mittel d. 8 Nor- maltage 1.0010 =					Mittel d. 8 Nor- maltage 0.4863				
					0.3336				Mittel 0.1522				
									Mittel 0.0953				
									0.4687				

Harnsäure ausgetreten; 0.0234 Grm. N waren in einer anderen Verbindung ausgeschieden und zwar wie es scheint als Ammoniak.

Während im Mittel der sämtlichen Normaltage 0.0953 Ammoniak täglich ausgeschieden wurden, fand ich am Leucintage 0.1299 Grm., also 0.0364 Grm. mehr = 0.0285 Grm. Stickstoff.

Doch ist diese Vermehrung so unbedeutend, dass sie das Hauptresultat des Versuches nicht abändert; das Leucin scheint also im Hühner-Organismus ein Zwischenprodukt zwischen Eiweiss und Harnsäure zu sein.

#### Versuche mit Ammoniaksalz.

Ebenso wie in meiner früheren Arbeit über die Bildung des Harnstoffs, untersuchte ich auch hier das Verhalten der Ammoniaksalze zum Hühner-Organismus. Die dem Säugethier-Organismus zugeführten Ammoniaksalze treten, wie ich gezeigt habe und Salkowski<sup>1)</sup> bestätigt hat, aus demselben grösstentheils als Harnstoff aus, ein Theil derselben verlässt jedoch den Organismus als Ammoniak. Ganz dasselbe müssen wir nun für das im Organismus aus den Eiweissverbindungen abgespaltene Ammoniak annehmen.<sup>2)</sup>

Ein Theil desselben wird in Harnstoff umgewandelt, ein anderer Theil verlässt als solches den Organismus; daher das constante Vorkommen von Ammoniak im normalen Harn der Säugethiere in relativ ziemlich geringen Mengen. Wie verhält sich zu diesem Prozess nun der Hühner-Organismus?

Dass auch hier Ammoniak bei der Verarbeitung der Proteinstoffe abgespalten wird, darüber kann wohl kein Zweifel herrschen.

Wird dieses gebildete Ammoniak nun weiter verwandelt, oder wird die ganze Menge als solches ausgeschieden? Eine Umwandlung des Ammoniak in Harnsäure erscheint a priori schon sehr unwahr-

1) Salkowski. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1875, pag. 913 ff.

2) Einen weiteren Grund, der uns zu dieser Annahme zwingt, scheint mir in dem später zu ventilirenden Umstand zu liegen, dass die Hühner so viel mehr NH<sub>3</sub> ausscheiden, als die Säugethiere, woraus gefolgert werden muss, dass bei der Verdauung der Proteinkörper eine nicht geringe Menge NH<sub>3</sub> abgespalten wird.

scheinlich, dagegen wäre eine Umwandlung in Harnstoff schon eher denkbar, besonders da Meissner in seiner schon citirten Arbeit die constante Anwesenheit von Harnstoff in den Hühner-Excrementen nachgewiesen hat.

Bei diesen Versuchsreihen bestimmte ich daher ausser Stickstoff, Ammoniak und Harnsäure immer den Harnstoff nach der Eingangs angegebenen Methode.

Bevor ich jedoch an diese Versuche ging, wollte ich mir darüber klar werden, in welcher Form sich das Ammoniak in den Hühner-Excrementen befindet. Ueber diesen Gegenstand liegen schon verschiedene Angaben vor.

Bei seinen Untersuchungen von Adler-Excrementen fand Coindet<sup>1)</sup> Harnsäure und  $\text{NH}_3$  nahezu in äquivalenten Verhältnissen (auf 100 Harnsäure: 8.20; 9.42; 10.86; 8.99 Ammoniak, während saures harnsaures Ammoniak auf 100 Harnsäure 10.12 Ammoniak enthält), und schliesst daraus — was allerdings kein genügender Grund ist —, dass die Harnsäure im Harn der Vögel grösstentheils als harnsaures Ammoniak enthalten ist. Weiter hat Davy<sup>2)</sup> behauptet, dass der Harn aller Vögel ohne Ausnahme hauptsächlich aus harnsaurem Ammoniak bestehe. Diese Angaben hat nun Meissner in seiner Arbeit über den Ursprung der Harnsäure im Harn der Vögel<sup>3)</sup> näher geprüft, konnte dieselben aber nicht bestätigen, wenigstens nicht für Hühnerharn.

Meissner zeigte nämlich, dass man sämtliches Ammoniak aus dem Harn durch Wasser ausziehen könne, während der unlöslich bleibende Theil (die Hauptmasse) hauptsächlich aus freier Harnsäure bestehe. Ferner zeigte er, dass die Harnkügelchen aus reiner Harnsäure beständen, die von einem Gerüste eingeschlossen, an der Krystallisation verhindert wird.

Bringt man zu einem mikroskopischen Präparat des ursprünglichen Harnes einen Tropfen verdünnter Essigsäure, so verschwinden

1) Consideration sur la production de l'acide urique, Bibliotheque universelle Tom. XXX Genève, 1825 pag. 490. Der Harn reagirte alkalisch, muss daher nicht frisch gewesen sein, denn frischer Harn reagirt immer sauer, sowohl bei Fleisch- als Körner-Nahrung.

2) Physiological researches. London und Edinburgh 1863, pag. 191.

3) Zeitschrift für rationelle Medicin III. Reihe Bd XXXI. pag. 162. 1868.

sämtliche Harnkügelchen und an ihrer Stelle erscheinen sofort die schönsten Harnsäure-Krystalle.

Dieser Versuch scheint zuerst dafür zu sprechen, dass die Harnkügelchen harnsaures Ammoniak seien, denn behandelt man harnsaures Ammoniak ebenso mit Essigsäure, so wird auch unter Bildung von essigsaurem Ammoniak die Harnsäure in schönen Krystallen abgeschieden.

Folgender Versuch zeigt jedoch, dass dem nicht so sei. Behandelt man nämlich das Präparat mit Ammoniakflüssigkeit, so verschwinden ebenfalls die Harnkügelchen und es scheidet sich harnsaures Ammoniak in amorphen Körnern aus.

Wenn die Harnkügelchen schon aus harnsaurem Ammoniak beständen, so würden sich dieselben auf weiteren Ammoniakzusatz nicht verändern, wie man sich davon leicht überzeugen kann. Bei längerem Behandeln des Harns mit Wasser, ebenso beim Eintrocknen des Harns, geht die Harnsäure auch in den krystallinischen Zustand über, und Meissner meint daher, es werde durch diese Reagentien ein Gerüst, welches die Harnsäure einschliesse, gelöst.

Bei Behandlung mit verdünnter Kalilauge und Wasser war es ihm sogar möglich, Spuren des Gerüstes unter dem Microscope zu sehen.

Die Meissner'schen Versuche habe ich nun wiederholt und kann sie bestätigen.

Circa 15 Grm. frischer Hühnerharn, den ich, soweit es geht, sorgfältig von Koth gereinigt hatte, wurden im Achatmörser gut durchmischt und in 3 Portionen zur Bestimmung der Harnsäure, des Ammoniaks und des im Wasser löslichen Ammoniaks getheilt. Auf 100 Grm. berechnet, fand ich 43.027 Harnsäure und 1.364 Ammoniak d. h. auf 100 Harnsäure 3.16 Ammoniak. Die 3. Portion wurde nun mit Wasser zuerst gekocht und dann 24 Stunden auf dem Dampfbade gelassen, hierauf das Gelöste abfiltrirt und im Filtrat das Ammoniak bestimmt. Der Rückstand wurde, indem das Gelöste immer abfiltrirt wurde, noch 5 mal mit Wasser ausgezogen, das fünfte Mal währte das Digeriren auf dem Dampfbade sogar 29 Tage; damit war auch alles Ammoniak entfernt. Auf 100 Grm. Harn berechnet, fand ich 1.402 Grm. Ammoniak, also unbedeutend mehr, als

bei der direkten Bestimmung des  $\text{NH}_3$  mit Hilfe von Schwefelsäure, was möglicherweise darin seinen Grund hat, dass etwas Ammoniak von dem stickstoffhaltigen Körper des Harns in der langen Zeit vom 1. April bis zum 3. Juni abgespalten wurde.

Schon Meissner machte darauf aufmerksam, dass es nur durch sehr anhaltendes Auswaschen mit Wasser gelänge, sämtliches Ammoniak in Lösung zu bringen, und erklärt diese Erscheinung durch die eigenthümliche Beschaffenheit der Harnmassen, welche als feste hautartige Fetzen im Wasser nicht aufquellbar, sich schwer extrahiren lassen.

Der nach dem wiederholten Behandeln mit Wasser unlöslich bleibende Rückstand war, wie gesagt, ammoniakfrei und bestand fast aus reiner Harnsäure.

Um dem Einwande zu begegnen, dass das harnsaure Ammoniak durch Wasser zerlegt werden könne, behandelte ich unter denselben Bedingungen eine abgewogene Menge harnsaures Ammoniak mit Wasser.<sup>1)</sup> In den verschiedenen wässerigen Abkochungen wurde nun das Verhältniss von Harnsäure zu Ammoniak bestimmt. In dem Filtrate der ersten Abkochung fand ich auf 100 Harnsäure 9.76 Ammoniak; im Filtrat der zweiten auf 100 Harnsäure 10.23; in dem der dritten 10.65 und in dem Rückstande, nachdem das Salz 2 Monate mit Wasser auf dem Dampfbade behandelt war, auf 100 Harnsäure 9.87 Ammoniak. Dieses Resultat zeigt nun aufs deutlichste, dass Harnsäure und Ammoniak immer in äquivalenten Verhältnissen in Lösung gingen, dass mithin eine Dissociation der Verbindung durch Wasser nicht stattgefunden hat.

Zur weiteren Entscheidung der Frage, in welcher Form das Ammoniak in den Vogel-Excrementen enthalten ist, stellte ich folgenden Versuch an.

Ein Hahn von 1560 Grm. Körpergewicht bekam während einer längeren Zeit 30 Grm. Graupen und 40 Cc. Wasser. Die Excremente wurden mit Hilfe von Druckdifferenz, ohne irgend welchen Zusatz von Wasser, in einen flüssigen und festen Theil getheilt und in beiden Theilen das Ammoniak bestimmt. Die nach der Henne-

1) In dem harnsauren Ammoniak fand ich auf 100 Harnsäure: 10.49 Ammoniak.

berg'schen Methode ausgeführten Rohfaser-Analysen zeigten, dass dasselbe in nicht unbedeutlichen Mengen (26.02 %) von den Hühnern verdaut wird.

Tabelle V.

Datum	Excremente	$\text{NH}_3$ im flüssigen Theil des Kothes	$\text{NH}_3$ im festen Theil des Kothes	$\text{NH}_3$ im Ganzen	Rohfaser im Futter	Rohfaser im Koth	Rohfaser verdaut in Procenten	Futter	Körpergewicht
1. April	28 Grm.	—	—	0.0918	0.7173	—	—	30 Grm. Graupen 40 Cc. Wasser	1550 Grm.
2. "	26 "	—	—	0.0909	—	—	—	do.	1546 "
3. "	29 "	—	—	0.0926	—	—	—	do.	1544 "
4. "	27 "	0.05865	0.0357	0.09435	0.7173	0.5327	25.73	do.	1541 "
5. "	30 "	0.0578	0.0348	0.09265	0.7173	0.5402	24.69	do.	1539 "
6. "	31 "	0.0527	0.0399	0.0926	0.7173	0.5223	27.18	do.	1535 "
7. "	28 "	0.0510	0.0425	0.0935	0.7173	0.5282	26.36	do.	1530 "
8. "	27 "	0.05015	0.0374	0.0875	0.7173	—	—	do.	1525 "
9. "	29 "	0.0442	0.04505	0.08925	0.7173	0.5300	26.11	do.	1521 "
10. "	30 "	0.05525	0.0357	0.0909	—	—	—	do.	1517 "
Durchschnitt	—	0.05282	0.03872	0.0916	—	0.5307	26.02	do.	

Das Thier schied somit im Durchschnitt aller Versuchstage vom 1. bis zum 10. April 1876: 0.0916 Grm. Ammoniak im Ganzen, im Durchschnitt der Tage, wo Ammoniak in beiden Theilen bestimmt wurde, im flüssigen 0.05282 und im festen Theil 0.03872 Grm. aus. Der flüssige Theil der Excremente war also mit Ausnahme des einen Tages (9. April) reicher an Ammoniak als der feste Theil. Gleichzeitig suchte ich in dem flüssigen Theil der Excremente die gelöste Harnsäure zu bestimmen, doch war dieselbe nur in geringen Spuren nachweisbar, wie es sich in der sauren Flüssigkeit schon erwarten liess.

Schliesslich untersuchte ich noch zur Entscheidung derselben Frage die Löslichkeit des in den Excrementen enthaltenen Ammoniaks in Alcohol. Es ist nämlich ein ziemlich beträchtlicher Theil des Ammoniaks in Alcohol löslich; bei verschiedenen Versuchen schwankte die Löslichkeit zwischen 15—30 % des überhaupt vorhandenen

Ammoniak. <sup>1)</sup> Dieses Ammoniak kann in den Excrementen nur in Verbindung mit Salzsäure, Salpetersäure, Buttersäure und anderen flüchtigen Fettsäuren enthalten sein, denn schwefelsaures Ammoniak, phosphorsaures Ammoniak sind in Alcohol fast unlöslich, harnsaures Ammoniak vollständig unlöslich.

Salpetersäure ist in den Excrementen höchstens in geringen Spuren vorhanden, auch nach der Eingabe von Ammoniaksalzen, herrührend von Trinkwasser; dagegen sind Buttersäure und die höheren Glieder der flüchtigen Fettsäurereihe vorhanden, ich habe namentlich Buttersäure qualitativ nachgewiesen, ausserdem gaben die Excremente unter einer Glasplatte gestellt bei gewöhnlicher Temperatur anhaltend ziemlich viel einer flüchtigen Säure (Buttersäure) ab. <sup>2)</sup> Um zu untersuchen, wodurch die saure Reaction der Excremente bedingt wird, behandelte ich die im Laufe zweier Tage entleerte Kothmenge eines Hahnes <sup>3)</sup> mit Wasser. Der filtrirte klare saure Wasserauszug betrug 400 Cc. und enthielt:

NH <sub>3</sub>	0.2590
KaO	0.2582
NaO	0.0335
CaO	0.0528
MgO	0.1089
SO <sub>3</sub>	0.1648
Cl	0.1262
PO <sub>3</sub>	0.3784

Harnsäure war, wie schon früher erwähnt, nur in unbestimmbaren Spuren vorhanden.

Berechnen wir nun sämtliche in dem Wasserauszug bestimmte Säuren resp. Basen auf die äquivalente Menge Natrium, so giebt das Verhältniss beider zu einander folgendes Resultat:

1) Dieselbe ist natürlich sehr abhängig von der Nahrung; so fand ich bei Reishnahrung 13.7%, bei Nahrung mit Graupen 25 % des vorhandenen Ammoniaks in Alcohol löslich, was vielleicht mit dem grösseren Reichthum der Graupen an Chlor zusammenhängt.

2) 20 Grm. circa 60% Wasser haltender Koth wurden, wie bei der Neubauer-Schlösing'schen NH<sub>3</sub> Bestimmung mit einer Schale titrirter Natronlauge unter eine Glocke gestellt. Innerhalb 30 Tagen vom 15. Decbr. bis 14. Januar wurden 20 Cc.  $\frac{1}{10}$  Normal Natronlauge neutralisirt, entsprechend 0.176 freier Buttersäure; natürlich hatte sich während dieser Zeit ein grosser Theil der Buttersäure erst gebildet, denn die direkte Aciditätsbestimmung gab für eine gleiche Menge desselben Koths einen viel geringeren Werth. Nach Ablauf dieser 30 Tage wurde der Koth unter NH<sub>3</sub> Entwicklung alkalisch.

3) Derselbe befand sich bei einer Nahrung von 50 Grm. Graupen und 60 Cc. Wasser nahezu auf dem Gleichgewicht.

$$0.2590 \text{ NH}_3 = 0.3504 \text{ Na}$$

$$0.2582 \text{ KaO} = 0.1263 \text{ "}$$

$$0.0335 \text{ NaO} = 0.0248 \text{ "}$$

$$0.0528 \text{ CaO} = 0.0434 \text{ "}$$

$$0.1089 \text{ MgO} = 0.1252 \text{ "}$$

$$\text{Basenäquivalent} = 0.6701 \text{ Na}$$

$$0.1648 \text{ SO}_3 = 0.09476 \text{ Na}$$

$$0.1262 \text{ Cl} = 0.08176 \text{ "}$$

$$0.3784 \text{ PO}_3 = 0.12258 \text{ "}$$

$$\text{Säureäquivalent} = 0.29910 \text{ Na}$$

Das Basenäquivalent überwiegt also unter den anorganischen Verbindungen das Säureäquivalent um 0.371 Na. Es muss daher eine verhältnissmässig grosse Menge organischer Säure vorhanden sein, um die saure Reaction hervorzurufen.

Die direkte Aciditäts-Bestimmung des wässrigen Auszuges ergab, dass 40 Cc.  $\frac{1}{20}$  Normal Natronlauge erforderlich gewesen wären, um die 400 Cc. zu neutralisiren, entsprechend 0.08 freier Schwefelsäure; auf Buttersäure berechnet, weil diese unter den flüchtigen Fettsäuren überwiegt = 0.176 Grm. Buttersäure.

Rechnen wir noch hinzu die Säuremenge, die nöthig ist, um die Basen zu neutralisiren, so entspricht dem Ueberschuss der Basen 0.371 Na 1.4196 Buttersäure; im Ganzen also 1.5956 Buttersäure; hiernach scheidet der Hahn bei einem Futter von 50 Grm. Graupen täglich 0.7978 Grm. <sup>1)</sup> organische Säure, auf Buttersäure berechnet, aus. Dieses Ergebniss stimmt auch damit, dass der die saure Reaction bedingende Körper in Alcohol-Aether leicht löslich ist. Alle eben angeführten Versuche zeigen in vollständiger Uebereinstimmung mit einander, dass das Ammoniak nicht, wie man früher glaubte, an Harnsäure, sondern theils an anorganische Säuren, theils an Säuren aus der Reihe der flüchtigen Fettsäuren in den Excrementen gebunden gedacht werden muss.

Erst nach Entscheidung dieser Vorfrage machte ich mich an die Versuche selbst; was dieselben anbetrifft, so wurden sie ebenso wie die früheren angestellt, doch führten sie nicht gleich zu ungeprüften Resultaten. Dieses hat hauptsächlich seinen Grund in der Eigenschaft der Ammoniaksalze, die Eiweisszersetzung des Körpers zu steigern.

1) Natürlich kann diese Zahl auf Genauigkeit keinen Anspruch machen, da man den Sättigungsgrad der einzelnen Säuren, namentlich der Phosphorsäure nicht genau bestimmen kann.

Schon bei meinen früheren Untersuchungen an Säugethieren habe ich mit diesem Uebelstande zu kämpfen gehabt, und desshalb nur sehr kleine Dosen verabreichen können.

Der Hühner-Organismus ist gegen Ammoniaksalze noch viel empfindlicher, die Dosen mussten daher sehr klein genommen werden; ausserdem tritt das eingeführte Salz nicht an einem Tage sondern erst im Verlaufe von 2 bis 3 Tagen aus, was natürlich den klaren Einblick in den sich abspielenden Prozess sehr erschwert.

Ich habe daher den Versuch mit Ammoniaksalzen circa 10 mal wiederholen müssen, bis ich zu Ergebnissen kam, die mich den Verbleib des Ammoniaks einigermaßen überblicken liessen. Es lässt sich nämlich a priori nicht genau angeben, wieviel des betreffenden Salzes das Versuchsthier verträgt, ohne dass die Eiweiss zersetzende Wirkung desselben das Versuchsergebniss verdunkelt, da der Grad der Empfindlichkeit von der Individualität des Thieres ungeheuer abhängig ist.

So war bei einem Hahn von 1700 Grm. Körpergewicht nach 0.4 Grm. Salmiak die Eiweisszersetzung gesteigert, während bei einem andern Thiere von demselben Gewicht bei gleicher Nahrung eine solche nach 0.4 Grm. Salmiak nicht eintrat.

Dieser Umstand erklärt genügend die Schwierigkeit der hierher gehörigen Versuche.

Als Beispiel eines Versuches, der keinen sicheren Schluss zu machen gestattet, führe ich folgende Tabelle an:

(Siehe die Tabelle VI auf Seite 27.)

Nach der Einführung von 0.79 Grm. Salmiak (24. Jan.) steigt wie ersichtlich, die Harnsäure-Ausscheidung von normal 0.9257 Grm. auf 1.7183; 1.4849; 1.1761 Grm.; an diesen Tagen war also 1.6022 Grm. Harnsäure (= 0.5341 N) mehr ausgeschieden als 3 Normaltagen entspricht.

Die Ammoniak-Ausscheidung steigt auch. Während an den Normaltagen im Durchschnitt 0.1128 Grm. Ammoniak ausgeschieden werden, findet sich an den 3 unter dem Einfluss der Salmiakzufuhr stehenden Tagen 0.2385; 0.1482 und 0.1259 Grm. Im Ganzen

Tabelle VI.

Datum	Excremente	Trocken- substanz	Wasser in Procenten.	Harnsäure	Ammoniak	N aus Harn- säure und Ammoniak	N direct gefunden	Differenz	Harnstoff	N in Alkohol löslich	Salmiak	NH <sub>3</sub> in Salmiak	NH <sub>3</sub> mehr aus- geschieden als dem Normaltage entspricht	Futterm	Körper- gewicht
18. Januar	34 Grm.	6.3	82.5	—	—	—	—	—	0.0216	0.0448	—	—	—	35 Grm. Graupen 45 Cc. Wasser	1885 Grm.
19. "	48 "	—	—	0.8800	0.1199	0.392	0.7019	0.3099	—	—	—	—	—	do.	1882 "
20. "	46 "	—	—	0.9707	0.1113	0.4151	0.6309	0.2158	—	0.0361	—	—	—	do.	1872 "
21. "	49 "	—	—	1.0084	0.1134	0.4294	0.6731	0.2437	0.0113	—	—	—	—	do.	1867 "
22. "	43 "	—	—	0.8661	0.1114	0.3805	0.6784	0.2979	0.0172	—	—	—	—	do.	1864 "
23. "	47 "	6.18	86.85	0.9326	0.1079	0.3997	0.6770	0.2773	0.0139	0.0389	—	—	—	do.	1860 "
24. "	80 "	7.36	90.8	1.7183	0.2385	0.7674	1.0430	0.2756	0.04805	0.1159	0.79	0.251	0.1257	do.	1850 "
25. "	51 "	7.000	86.27	1.4849	0.1482	0.6169	0.8808	0.2639	0.0619	0.1083	—	—	0.0354	do.	1835 "
26. "	40 "	—	—	1.1761	0.1259	0.4957	0.8113	0.3156	0.0202	0.0481	—	—	0.0131	do.	1830 "
27. "	46 "	6.408	86.07	0.9385	0.1100	0.4034	0.6846	0.2812	0.014	0.0363	—	—	—	do.	1827 "
28. "	48 "	—	—	0.9244	0.1155	0.4032	0.6733	0.2701	0.0127	—	—	—	—	do.	1825 "
29. "	45 "	—	—	0.9051	0.1133	0.395	0.6805	0.2845	—	—	—	—	—	do.	1822 "
An den 3 unter dem Einfluss der Salmiakzufuhr stehenden Tagen mehr ausgeschieden als drei Normaltagen entspricht															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23; 27—29															
Mittel d. Normal- tage 19—23															

beträgt die Vermehrung 0.1742 Grm. In dem Salmiak sind dem Thiere 0.251 Grm. Ammoniak zugeführt; 0.077 Ammoniak sind also entweder verloren gegangen, oder in andere Verbindungen übergeführt. Es lässt sich aber hier nicht einmal sagen, dass die Ammoniak-Vermehrung nur auf Rechnung des Ammoniak im Salmiak zu schreiben ist, da, wie am deutlichsten die Stickstoff-Ausscheidung zeigte (es sind 0.7104 N mehr ausgeschieden, während im Salmiak nur 0.207 N eingeführt sind), an diesem Tage viel mehr Eiweiss zersetzt ist, als unter normalen Verhältnissen, und das mehr zersetzte Eiweiss auch für sich schon eine Ammoniak-Vermehrung verursacht.

Wie die Tabelle zeigt, hat ausserdem eine Vermehrung der Harnstoff-Ausscheidung stattgefunden. Im Ganzen sind an den 3 nämlichen Tagen 0.0887 Harnstoff mehr gebildet, als unter normalen Verhältnissen.

Welcher Körper hier das Material zu Harnstoff geliefert hat, ob Ammoniak, ob ein Theil des zersetzten Eiweisses, ist natürlich unter diesen Verhältnissen nicht zu entscheiden <sup>1)</sup>; dass sich die Menge des in Alcohol löslichen Stickstoffs vermehrt hat (um 0.1610 Grm.), spricht im Vergleich mit später zu erwähnenden Versuchen, wenn wir die Harnstoffvermehrung hier nicht berücksichtigen, dafür, dass der Salmiak als solcher unverändert den Organismus passirt, da Salmiak in Alcohol löslich ist.

Versuche, die in derselben Weise, wie der eben beschriebene ausgefallen sind, habe ich noch mehrere aufzuweisen.

Ein besseres Resultat dagegen erzielte ich bei dem folgenden Versuche, den ich mit einer Ente ausführte. Nachdem ich dieselbe bei einer Fütterung mit 70 Grm. Graupen und 200 Cc. Wasser nach einer Vorfütterung von 14 Tagen auf das Stickstoff-Gleichgewicht gebracht hatte, gab ich dem Thiere am 21. Oktober 0.81 Grm. Salmiak.

1) In seiner schon mehrmals citirten Arbeit macht Meissner besonders darauf aufmerksam, dass Harnstoff und Kreatin in grösserer Menge ausgeschieden wird, wenn die Nahrung unzureichend ist, Abnahme des Körpergewichts stattfindet und damit das Thier wenigstens theilweise zum Fleischfresser wird, (conf. Tabelle I im Vergleich mit Tabelle VI und VIII); ganz dasselbe wird nun auch stattfinden, wenn aus irgend einem andern Grunde, wie z. B. hier, mehr Eiweiss im Körper zersetzt wird.

Tabelle VII.

Datum	Excremente	Trocken- substanz	Harnsäure	Ammoniak	N aus U und NH <sub>3</sub>	N direct gefunden	Differenz	U +	Salmiak	NH <sub>3</sub> in Salmiak	NH <sub>3</sub> mehr als an den Normal- tagen	Futterm	Körper- gewicht
17. Oktober	93	14.02 Gr.	1.8777	0.2242	0.8104	1.1017	0.2913	-	-	-	-	70 <sup>1)</sup> Grm. Graupen 200 Cc. Wasser	1450 Grm.
18. "	100	14.01 "	1.8046	0.2205	0.7831	1.0868	0.3037	0.0452	-	-	-	do.	1448 "
19. "	112	15.0 "	1.8499	0.2198	0.7976	1.0973	0.2997	0.0509	-	-	-	do.	1446 "
20. "	98	14.57 "	1.8999	0.2286	0.8215	1.1511	0.3296	0.0608	-	-	-	do.	1442 "
21. "	133	16.02 "	1.9528	0.3192	0.9138	1.2867	0.3729	0.1019	0.81	0.2574	+ 0.0979	do.	1440 "
22. "	102	14.82 "	1.8219	0.3009	0.8551	1.0611	0.2360	0.0493	-	-	+ 0.0796	do.	1433 "
23. "	97	14.48 "	1.807	0.2557	0.8129	1.0991	0.2862	0.054	-	-	+ 0.0344	do.	1440 "
24. "	95	-	1.8159	0.2155	0.7828	1.0633	0.2805	0.0481	-	-	-	do.	1442 "
25. "	104	14.83 "	1.7583	0.2192	0.7666	1.0787	0.3121	-	-	-	-	do.	1439 "
26. "	-	-	-	Mittel d. Normal- tage 17- 20; 24; 25; 0.2213	-	Mittel v. 17-20; 22-25; 1.0961	Mittel 17-20; 18-20; 22-24; 0.0513	-	-	-	+ 0.2119	do.	-
27. "	-	-	-	Von 21- 23 NH <sub>3</sub> = 0.8738 0.6039 0.2119 +	-	Mittel + 0.2119 - 0.1906 - 0.0213	Mittel v. 21 und 22 0.3044	21 = 0.1019 0.0513 + 0.0506	-	-	-	do. 1.0030 N	-



Wie die Tabelle zeigt, wurde die Eiweisszersetzung durch das eingeführte Salz nicht gesteigert. Die Harnsäurevermehrung reicht in die Grenzen der Versuchsfehler; es wurde nicht einmal aller im Salmiak eingeführte Stickstoff wiedergefunden (statt 0.2119 N fand ich nur 0.1906.)

An den 3 unter dem Einfluss der Salmiakzufuhr stehenden Tagen wurden im Ganzen 0.2119  $\text{NH}_3$  mehr ausgeschieden als drei Normaltagen entspricht. Eingeführt waren dem Thiere im Salmiak 0.2574  $\text{NH}_3$ ; 0.0455  $\text{NH}_3$  waren somit der Bestimmung entgangen. Ein Theil desselben ist möglicher Weise in Harnstoff verwandelt worden und erklärt sich dann so die auffallende Zunahme desselben um 0.0506 Grm. am 21. Oktober, doch lässt sich aus diesem Versuch kein sicherer Schluss auf eine mögliche Umwandlung des  $\text{NH}_3$  in Harnstoff ziehen. Das Resultat dieses Versuches spricht ziemlich entscheidend dafür, dass das Ammoniak unverändert den Hühner-Organismus passirt, auffallend ist nur, dass, während die Vermehrung der  $\text{NH}_3$ -Ausscheidung 3 volle Tage anhält, die N-Ausscheidung am 22. Oktober wieder normal ist.

Ein Blick auf die Tabelle erklärt jedoch diesen Umstand. Die Differenz zwischen dem direct gefundenen Stickstoff und dem aus der Harnsäure und dem Ammoniak berechneten Stickstoff steigt am Salmiaktage auf 0.3729 Grm. (gegen 0.3004 im Mittel der Normaltage), und diese Steigerung ist grösser als der vermehrten Harnstoff-Ausscheidung entspricht; es sind also an diesem Tage offenbar mehr Gallenstoffe oder mehr unverdautes Protein ausgeschieden worden. Am folgenden Tage sinkt dieselbe Differenz doch wieder unter das Mittel, es hatte also an diesem Tage ein kleiner Ansatz von Stickstoff haltigen Stoffen stattgefunden und dieser Ansatz wird durch die anderseits vermehrte Ammoniakausscheidung beinahe vollständig verdeckt. <sup>1)</sup>

1) Die der vermehrten Ammoniakausscheidung entsprechende Stickstoffmenge beträgt 0.0655 Grm., während die an diesem Tage zwischen dem direct bestimmten Stickstoff und dem aus der Harnsäure und dem Ammoniak berechneten Stickstoff gefundene Differenz um 0.0634 Grm. unter das Mittel sinkt; also beinahe vollständig gleiche Zahlen, welche beide die Stickstoff-Ausscheidung am 22. Octbr. wieder normal erscheinen lassen.

Um mir über die Vermehrung der Harnstoffausscheidung nähere Aufklärung zu verschaffen, stellte ich noch einen Versuch mit Salmiak an, bei welchem ich zugleich die Ausscheidung des Chlors verfolgte. Bei diesem Versuche gab ich ferner dem Versuchsthier (einem Hahn) eine kleinere Dosis (0.26 Grm.) Salmiak, um auch die bei dem vorigen Versuch entstandenen Unregelmässigkeiten in der Stickstoff-Ausscheidung zu vermeiden.

Dieser Versuch giebt nun ein ganz-entscheidendes Resultat.

(Siehe die Tabelle VIII auf Seite 32.)

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, wie ungeheuer regelmässig alle Ausscheidungen erfolgten.

Innerhalb zweier Tage ist sämmtliches Ammoniak als solches und sämmtliches Chlor des Salmiaks ausgeschieden worden. Es hat, wie es scheint, nicht einmal eine Dissociation des Salmiaks im Körper stattgefunden, denn die vermehrten Ausscheidungen von Ammoniak und Chlor sind in nahezu äquivalenten Verhältnissen erfolgt.

Eine Steigerung des Eiweissumsatzes hat nicht stattgefunden; die kleine Vermehrung des Harnstoffs reicht in die Grenzen der Versuchsfehler.

Mit ganz demselben Resultat habe ich schliesslich einen Versuch mit schwefelsaurem Ammoniak angestellt; auch hier wurde sämmtliches Ammoniak als solches ausgeschieden.

(Siehe die Tabelle IX auf Seite 33.)

Ueberschauen wir nun alle mit Ammoniaksalzen angestellten Versuche, so muss als Resultat dieser festgestellt werden, dass der Hühner-Organismus nicht im Stande ist, wie der Säugethierorganismus, eingeführtes Ammoniak weiter zu verwandeln; dasselbe tritt als solches aus dem Körper wieder aus. Ebenso, darf man schliessen, wird es hier mit dem aus dem Eiweissmolekül bei der Verdauung sich abspaltenden Ammoniak der Fall sein; dieses muss als Ammoniak austreten, während wir gesehen haben, dass das im Säugethierorganismus bei der Verdauung aus den Eiweisskörpern resultirende Ammoniak weiter zu Harnstoff verwandelt werden kann.

Tabelle VIII.

Datum	Faeces	Harnsäure	Ammoniak	N aus U und NH <sub>3</sub>	N direct	Differenz	+ U	Cl	Salmiak	NH <sub>3</sub> im Salmiak	NH <sub>3</sub> mehr ausgeschieden	Cl im Salmiak	Cl mehr ausgeschieden	Futter	Körpergewicht
22. August	45 Grm.	—	0.1214	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40 <sup>*)</sup> Gran- pen + 30 Wasser	1550 Grm.
23. "	58 "	—	0.1284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1498 "
24. "	43 "	—	0.1260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1496 "
25. "	54 "	—	0.1284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1501 "
26. "	53 "	1.1505	0.1230	0.4848	0.7811	0.2963	—	—	—	—	—	—	—	do.	1497 "
27. "	48 "	1.1663	0.1193	0.4881	0.7843	0.2962	—	0.0237	—	—	—	—	—	do.	1495 "
28. "	52 "	1.140	0.1245	0.4825	0.7737	0.2912	0.0256	0.218	—	—	—	—	—	do.	1490 "
29. "	55 "	1.1944	0.1723	0.5400	0.8240	0.2840	0.0298	0.1243	0.260	0.0826	—	0.1725	—	do.	1486 "
30. "	54 "	1.1093	0.1571	0.4992	0.8011	0.3019	0.0284	0.0863	—	—	0.0329	—	0.1001	do.	1483 "
31. "	52 "	1.1508	0.1258	0.4872	0.7736	0.2864	—	0.0269	—	—	—	—	—	do.	1479 "
1. Septbr.	51 "	—	0.1247	—	0.7807	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1475 "
2. "	49 "	—	0.1237	—	—	—	—	0.0243	—	—	—	—	—	do.	1469 "
3. "	50 "	—	0.1214	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	do.	1464 "
Durchschnitt der Normalgröße	—	1.1524	0.1242	—	0.7787	—	0.02727	0.0242	—	—	0.0810	—	0.1652	40 <sup>*)</sup> Gran- pen + 30 Wasser	1464 "

Tabelle IX.

Datum	Faeces	Trocken- substanz	H <sub>2</sub> O-Gehalt in Procenten	Harnsäure	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> aus U und NH <sub>3</sub>	N direct gefunden	Differenz	NH <sub>3</sub> in Alkohol löslich	Schwefelsaures Ammoniak	darin NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> mehr aus- geschieden als an Normaltagen	Futter	Körpergewicht
1. April	29 Grm.	—	—	—	0.1142	—	—	—	—	—	—	—	40 Grm. Reis + 30 Wasser	1463 Grm.
2. "	30 "	—	—	—	0.1122	—	—	—	—	—	—	—	do.	1466 "
3. "	31 "	3.897	87.43	1.4145	0.0987	0.5538	0.7722	0.2194	0.01205	—	—	—	do.	1461 "
4. "	29 "	—	—	—	0.0992	—	0.7582	—	—	—	—	—	do.	1458 "
5. "	30 "	3.7999	87.33	1.4423	0.09817	0.5616	0.7747	0.2131	0.01404	—	—	—	do.	1453 "
6. "	28 "	3.5993	87.14	1.4975	0.0969	0.5813	0.7623	0.1810	0.01406	—	—	—	do.	1451 "
7. "	60 "	4.9995	91.66	1.6302	0.2238	0.7277	0.9682	0.2405	0.04063	0.998	0.2299	0.1240	do.	1450 "
8. "	30 "	3.7	87.7	1.5255	0.1677	0.6466	0.7892	0.1426	0.01785	—	—	0.0679	do.	1498 "
9. "	31 "	—	—	1.450	0.1299	0.5899	0.7523	0.1624	0.01426	—	—	0.0301	do.	1434 "
10. "	29 "	—	—	1.4613	0.09826	0.5902	0.7509	0.18988	0.01394	—	—	—	do.	1431 "
11. "	28 "	—	—	1.43706	0.1045	0.56508	0.7602	0.19512	—	—	—	—	do.	1432 "
					Mittel d. Normal- tage 3 bis 6: 10; 11 0.0998	—	0.7615	—	3: 5; 6; 10; 13.7 Proc. NH <sub>3</sub> in Alko- hol lös- lich	—	—	—	do.	
					—	—	—	—	—	—	—	0.2220	do.	

Eine weitere Erklärung dieser Tabelle ist überflüssig.

Eine weitere Folge davon muss sein, dass unter normalen Verhältnissen und bei gleicher Nahrung Hühner weit mehr Ammoniak ausscheiden müssen, als Säugethiere, eine Thatsache, die wohl schon lange bekannt sein mag, aber bisher nicht hat erklärt werden können.

Suchen wir für diesen eben erwähnten Umstand nach Zahlen-Belegen, so lässt sich folgende Tabelle aufstellen:

Versuchsobject.	Körpergewicht in Grammen	Ammoniak-Ausscheidung in 24 Std.	Auf 1 Kilogramm Körpergewicht Ammoniak	Stickstoff-Ausscheidung in 24 Std.	Auf 1.0 Gramm Stickstoff Ammoniak
Hahn <sup>1)</sup>	1530	0.0916	0.0599	—	—
" <sup>2)</sup>	1850	0.1128	0.06097	0.6749	0.1671
" <sup>3)</sup>	1480	0.1242	0.0839	0.7787	0.1596
" <sup>4)</sup>	1450	0.0998	0.06882	0.7615	0.13105
" <sup>5)</sup>	1220	0.0953	0.0781	0.4863	0.19596
Ente <sup>6)</sup>	1440	0.2213	0.1536	1.0961	0.2019
Hund <sup>7)</sup>	7500	0.2693	0.0359	—	—
" <sup>8)</sup>	7500	0.2407	0.0321	—	—
" <sup>9)</sup>	3800	0.148	0.0389	1.5166	0.0975
Mensch <sup>10)</sup>	72400	0.6250	0.00863	13.959	0.04477
" <sup>11)</sup>	—	0.4426	—	15.00	0.0294
" <sup>12)</sup>	—	0.7244	—	15.00	0.0483

1) Conf. Tabelle V Ammoniak-Versuch.

2) Conf. Tabelle VI.

3) Conf. Tab. VIII.

4) Conf. Tab. IX.

5) Conf. Tab. IV.

6) Conf. Tab. VII.

7) Conf. Zeitschrift f. Biologie. Bd. VIII. pag. 132. 1872. Glycocoll-Versuch.

8) Ebenda pag. 134. Leucin-Versuch Das Körpergewicht der Hunde ist nicht genau (7—8 Kilo) angegeben.

9) Conf. Zeitschrift f. Biologie. Bd. X. pag. 270. 1871.

10) Ebenda, pag. 274.

11) Lohrer, Dissertation. Dorpat. pag. 32. 1862.

12) Neubauer, Journal f. practische Chemie. Bd. 64. pag. 183. Bei Lohrer und Neubauer fehlen Angaben über die tägliche N-Ausscheidung. Da eine normale Ernährung der Versuchsobjecte aus beiden Arbeiten anzunehmen ist, rechne ich die tägliche Stickstoff-Ausscheidung rund zu 15 Grm.

Während die Hühner im Durchschnitt auf 1 Grm. Stickstoff 0.1613 Ammoniak ausschieden, beträgt die Ammoniak-Ausscheidung beim Hunde auf 1 Grm. Stickstoff 0.0975; beim Menschen nur 0.04082, also  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$  weniger als bei den Hühnern.

Von der Ente wurde noch etwas mehr Ammoniak ausgeschieden. Ueber die Ammoniak-Ausscheidung anderer Säugethiere konnte ich leider keine genügenden Angaben finden.

Wenn ich zum Schluss die Hauptresultate meiner Arbeit zusammenfasse, so lassen sich dieselben in folgenden Sätzen aussprechen:

- 1) Im Verlaufe der Verdauung der Proteinkörper scheinen im Hühner-Organismus dieselben Körper: Asparaginsäure, Leucin, Glycocoll zu entstehen, wie dieses bei der Verdauung der Proteinkörper im Säugethier-Organismus der Fall ist, und diese Umwandlungsprodukte der Proteinkörper sind hier als Vorstufen der Harnsäure zu betrachten.
- 2) Als Vorstufen der Harnsäure im Säugethier-Organismus sind, mit Ausnahme der Ammoniaksalze, dieselben Körper zu betrachten, welche bei der Bildung des Harnstoffs in Betracht kommen, wenigstens gilt dieses für die von mir untersuchten Amido-Säuren: Asparaginsäure, Glycocoll und Leucin.
- 3) Ammoniaksalze, welche im Körper der Säugethiere in Harnstoff verwandelt werden, verlassen den Hühner-Organismus unverändert, und hierin liegt der Grund der so beträchtlichen Ammoniak-Ausscheidung der Hühner im Vergleich mit der der Säugethiere.

Datum	Koth <sup>1)</sup> im Ganzen	Zu N- Bestimmung	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> -Be- stimmung	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Zu <sup>3)</sup> U Grm. U-Lösung Cc.	U gefunden	U im Ganzen	<sup>+</sup> U Gramm <sup>4)</sup> <sup>+</sup> U-Lösung Cc.	BaOSO <sub>3</sub> ge- funden	U im Ganzen
5. December	19.1615	—	—	—	—	—	—	2.6715 35 47	0.1002	0.8911	—	—	—
6. "	16.3475	—	—	—	—	—	—	2.888 86 30	0.1089	1.0607	—	—	—
7. "	—	—	—	—	—	—	—	7.321 100 25	—	—	—	—	—
8. "	20.4815	3.2975	3.8	0.3304	—	—	—	8.222 100 25	0.0753	0.844	—	—	—
9. "	18.1465	3.3285	4.35	0.3320	—	—	—	6.211 100 25	0.0866	0.7645	—	—	—
10. "	13.7365	3.162	5.55	0.3375	—	—	—	6.211 100 25	0.087	0.7696	—	—	—
11. "	12.10	2.2585	4.35	0.3368	5.1855	1.35	0.0584	3.936 100 30	0.7463	3.936	0.0254	—	0.040
12. "	12.7175	1.356	7.3	0.3384	5.6425	1.825	0.06992	4.811 100 25	0.061	2.3610	0.0254	—	0.0423
13. "	16.031	3.3865	12.55	1.1802	5.870	1.325	0.0708	6.0455 100 25	0.2441	3.2733	0.0310	—	0.0434
14. "	14.7575	1.7065	4.68	0.5666	6.102	1.40	0.0575	6.2975 100 25	0.3086	1.4604	0.0318	—	0.0411
15. "	13.8715	1.432	2.4	0.3355	6.011	1.235	0.0484	5.121 100 25	0.1558	0.7747	0.0340	—	0.0398
16. "	17.071	2.021	2.8	0.3311	7.005	1.26	0.0502	6.222 100 25	0.0715	0.7550	—	—	—
17. "	11.5055	1.521	3.17	0.3357	5.666	1.44	0.0503	4.102 100 20	0.0888	0.7699	—	—	—

Analytische Belege zu Tabelle I. (Asparagin-Versuch.)

Analytische Belege zu Tabelle II. (Asparaginsäure-Versuch.)

Datum	Koth <sup>1)</sup> im Ganzen	Zur N - Bestimmung	Ce. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> genommen	Ce. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Zu <sup>3)</sup> U Grm. U - Lösung Ce.	U gefunden	U im Ganzen	Zu N in Alkohol löslich	Ce. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N in Alkohol löslich
14. Juli	10.4425	0.662	1.9	0.4196	6.297	2.5	0.0704	2.39 100 25	0.0572	0.9996	—	—	—
15. "	14.1005	0.8425	1.7	0.3988	9.344	2.75	0.0705	2.4895 100 20	0.932	0.9062	2.4895	0.25	0.0296
16. "	11.9975	0.670	1.6	0.4011	8.0430	2.7	0.0684	2.3135 100 25	0.9455	0.9489	—	—	—
17. "	13.845	0.8525	1.75	0.3979	8.754	2.575	0.0692	2.648 100 20	0.9390	1.0195	2.648	0.31	0.0227
18. "	16.6875	0.844	2.2	0.6089	9.966	2.5	0.0712	2.568 100 20	0.9480	1.5596	2.568	0.26	0.0236
19. "	16.228	1.0665	1.86	0.3962	9.506	2.35	0.0682	3.6155 100 20	0.9457	1.0256	3.6155	0.36	0.0226
20. "	12.4675	0.7102	1.65	0.4069	8.09	2.6	0.0728	2.4315 100 21	0.94	0.9768	2.4315	0.31	0.0222
21. "	15.832	1.1367	2.05	0.3997	9.589	2.25	0.0631	3.34 110 20	0.9406	1.0584	—	—	—

1) Conf. Anmerkung 1; analytische Belege zu Tabelle I.

2) Conf. Anmerkung 2; analytische Belege zu Tabelle I.

3) Conf. Anmerkung 3; analytische Belege zu Tabelle I.

Analytische Belege zu Tabelle III. (Versuch mit Glycocol.)

Datum	Koth <sup>1)</sup> im Ganzen	Zu N-Bestimmung	Grm. Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Grm. Zu NH <sub>3</sub> genommen	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Zu <sup>3)</sup> $\bar{U}$ genommen	$\bar{U}$ gefunden	$\bar{U}$ im Ganzen	Zu N in Alkohol löslich	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N in Alkohol löslich
20. Juni	13.425	1.3003	3.95	0.5709	6.493	2.5	0.0878	3.897 120 36	0.1229	1.4124	—	—	—
21. "	9.1695	0.762	3.3	0.5539	4.446	2.74	0.0839	3.0704 120 20	0.0772	1.3833	—	—	—
22. "	14.442	1.008	2.8	0.5616	7.8915	2.6	0.0809	3.844 120 30	0.0916	1.3762	3.844	0.67	0.0352
23. "	17.021	1.156	2.72	0.5607	10.24	3.0	0.0847	4.02 100 20	0.086	1.3972	—	—	—
24. "	20.92	1.491	3.885	0.7631	9.598	2.79	0.1033	6.570 100 20	0.1237	2.0012	—	—	—
25. "	12.675	1.09	3.9	0.6345	5.7035	2.2	0.083	4.0175 100 25	0.118	1.6186	4.6175	0.84	0.0391
26. "	10.826	1.026	5.8	0.8558	4.93	2.665	0.0895	3.766 100 25	0.1174	2.2698	3.766	1.3	0.0523
27. "	20.011	2.022	4.76	0.6595	12.05	3.115	0.0879	5.22 100 25	0.1092	1.6745	—	—	—
28. "	15.333	1.02	2.64	0.5536	9.85	3.02	0.0739	3.765 100 25	0.0838	1.3651	—	—	—
29. "	20.01	1.222	2.5	0.5731	12.68	3.3	0.0883	3.692 100 25	0.0651	1.4113	3.692	0.48	0.0364
30. "	14.122	1.355	3.865	0.5639	8.789	3.48	0.09505	3.563 100 20	0.0703	1.3932	—	—	—

1) Conf. Anmerk. 1; analyt. Belege zu Tab. I.

2) Conf. Anmerk. 2; analyt. Belege zu Tab. I.

3) Conf. Anmerk. 3; analyt. Belege zu Tab. I.

Analytische Belege zu Tabelle IV. (Versuch mit Leucin.)

Datum	Koth <sup>1)</sup> im Ganzen	Zu Trockensubstanz gefunden	Zu Trockensubstanz gefunden	Zu Trockensubstanz stimmung	Zu N im Ganzen	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> genommen	Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Grm. Cc. <sup>2)</sup> Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	Zu N-Bestimmung	Koth <sup>1)</sup> im Ganzen
19. Januar	10.900	0.0425	6.233 130 20	0.0017	0.0017	3.4	2.7	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
20. "	1.0595	0.0449	8.345 130 15	0.0030	0.0030	2.4	2.7	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
21. "	1.007	0.041	11.7585 130 15	0.0074	0.0074	2.95	2.7	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
22. "	1.0302	0.05	9.0885 130 15	0.0085	0.0085	2.7	2.7	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
23. "	0.9776	0.043	11.7585 130 15	0.0055	0.0055	2.75	2.7	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
24. "	1.6992	0.0487	7.3625 130 15	0.0299	0.0299	3.2	3.2	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
25. "	1.0049	0.0466	10.102 130 15	0.1037	0.1037	3.5	3.5	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
26. "	0.962	0.04	10.978 130 15	0.0956	0.0956	3.25	3.25	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007
27. "	0.9772	0.0264	8.105 130 13	0.0921	0.0921	3.0	3.0	0.0885	0.0885	0.041	1.007	0.041	1.007

1) Conf. Anmerk. 1; analytische Belege zu Tabelle I.

2) Conf. Anmerk. 2; analytische Belege zu Tabelle I.

3) Titrit wurde die  $\frac{1}{10}$  Normal SO<sub>3</sub> mit  $\frac{1}{10}$  Normal Natronlauge, so dass also 0.8 Cc. Natronlauge nach der Ammoniak-Absorption weniger verbraucht wurden. Bei diesem Versuch wurde nämlich, wie bei allen späteren Versuchen die zur Ammoniak-Bestimmung abgewogene Substanz mit 10 Cc. Normal SO<sub>3</sub> und Wasser erhitzt, durch Leinwand filtrirt, das Filtrat auf ein bestimmtes Volumen gebracht und von der nochmals durch Papier filtrirten Lösung ein abgemessenes Volumen zur NH<sub>3</sub>-Bestimmung mit Kaliumlauge versetzt; daher die 3 Zahlen in der vorhergehenden Spalte.

4) Conf. Anmerk. 3; analytische Belege zu Tabelle I.

## Analytische Belege zu Tabelle V.

Datum	Koth im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> im festen Theile	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im festen Theile	Zu NH <sub>3</sub> im flüssigen Theile	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im flüssigen Theile	Zu NH <sub>3</sub> im Ganzen	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen in 24 Stunden
1. April	28 Gm.	—	—	—	—	—	—	28 Gm. 200 Cc. 10 "	2.7	0.0918
2. "	28 "	—	—	—	—	—	—	26 Gm. 200 Cc. 10 "	2.675	0.0909
3. "	29 "	—	—	—	—	—	—	29 Gm. 200 Cc. 10 "	2.725	0.0926
4. "	27 "	100 Cc. <sup>1)</sup> 10 "	2.1 <sup>2)</sup>	0.0357	100 Cc. <sup>3)</sup> 10 "	3.45 <sup>2)</sup>	0.05865	—	—	0.0943
5. "	30 "	100 "	2.05	0.03485	100 "	3.4	0.0578	—	—	0.0926
6. "	31 "	100 "	2.33	0.03395	100 "	3.1	0.0527	—	—	0.09265
7. "	28 "	100 "	2.5	0.0425	100 "	3.0	0.051	—	—	0.0935
8. "	27 "	100 "	2.2	0.0374	100 "	2.95	0.05015	—	—	0.08756
9. "	29 "	100 "	2.65	0.04505	100 "	2.6	0.0442	—	—	0.08925
10. "	30 "	100 "	2.1	0.0357	100 "	3.25	0.05525	—	—	0.09095

1) Der feste Theil des Koths, welcher, wie schon erwähnt, ohne Zuthun von Wasser von dem flüssigen Theil getrennt war, wurde mit 10 Cc. Normal SO<sub>3</sub> und Wasser erhitzt, filtrirt, auf 100 Cc. gebracht und von der nochmals filtrirten Lösung 10 Cc. zur Ammoniak-Bestimmung genommen.

2) Conf. Anmerkung 3; analytische Belege zu Tabelle IV.

3) Der flüssige Theil wurde ebenfalls mit 10 Cc. SO<sub>3</sub> erhitzt, auf 100 Cc. gebracht, 10 Cc. davon zur Ammoniak-Bestimmung genommen.

## Analytische Belege zu Tabelle VI. (Salmiak-Versuch.)

19. Jan.	22.5905	1.6	3.55	0.7019	5.687 100 20	0.1199	130 15	0.0585	0.880	—	—	—	—	—	—	—	—
20. "	23.9085	1.749	3.3	0.6309	5.57 100 20	0.1113	130 15	0.0521	0.9707	11.12 Gr. 100 Cc.	—	—	—	—	—	100 Cc.	0.0361
21. "	29.0335	2.053	3.4	0.67131	9.138 100 20	0.1134	13.965 170 17	0.0485	1.0084	13.965 <sup>2)</sup> 100 20 10	0.0113	0.0106	—	—	—	—	—
22. "	23.8245	1.647	3.35	0.6784	6.995 100 20	0.1114	13.423 130 15	0.0563	0.8661	13.423 100 21	0.0172	—	—	—	—	—	—
23. "	24.001	2.01	4.05	0.6770	8.32 100 20	0.1079	11.220 130 13	0.0436	0.9326	45 Cc. 20 10	0.01388	0.0063	—	—	—	0.65	0.0389
24. "	30.405	2.0201	4.95	1.043	7.5315 100 20	0.2385	14.7975 130 15	0.0965	1.7183	14.7975 100 10	0.04805	0.0227	—	—	—	50 "	0.1159
25. "	34.825	2.1035	3.8	0.8808	8.087 150 20	0.1482	17.559 150 15	0.072	1.4849	17.559 100 10	0.0619	0.0303	—	—	—	50 "	0.1083
26. "	26.4785	2.2615	4.95	0.8113	7.866 100 20	0.1259	13.868 130 13	0.0616	1.1761	13.868 100 10	0.02025	0.0103	—	—	—	50 "	0.0481
27. "	24.01	1.0802	2.2	0.6846	9.552 100 20	0.110	12.023 130 13	0.0417	0.9385	12.023 100 10	0.014	0.0068	—	—	—	50 "	0.0364
28. "	20.0241	1.145	2.75	0.6733	10.021 100 20	0.1155	7.235 130 13	0.0334	0.9244	7.2350 100 15	0.0127	0.0089	—	—	—	—	—
29. "	23.113	2.306	4.85	0.6805	9.357 100 20	0.1133	8.325 100 10	0.0326	0.9051	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Harnstoff und in Alkohol löslicher Stickstoff wurden in der alkoholischen Lösung der zur Harnsäurebestimmung abgewogenen Substanz bestimmt; wo beides bestimmt wurde, theilte ich die alkoholische Lösung in zwei gleiche Theile.

2) Die alkoholische Kothlösung wurde zur Trockene verdampft und nach der Einzugs ausgehobenen Methode weiter behandelt; die wässrige Lösung nach Zusatz von Chlor-Barium auf ein bestimmtes Volumen gebracht (20—30 Cc.) und davon ein Theil (10—15 Cc.) zur Harnstoffbestimmung ins Glasrohr eingeschlossen.

Analytische Belege zu Tabelle VII. (Salmiak-Versuch. Ente.)

Datum	Koth im Ganzen	Zu N- Bestimmung	Cc. Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> Grm. und Cc.	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Zu U Grm. und Cc.	U gefunden	U im Ganzen	Zu N- Grm. und Cc.	BaOSO <sub>3</sub> gefunden	U im Ganzen
17. October	55.87	2.13	3.0	1.1017	18.108 100 20	8.55	0.2212	9.1645 15.36 15	0.0308	1.8777	—	—	—
18. "	73.33	2.5505	2.7	1.0868	19.221 100 20	6.8	0.2205	15.36 150 15	0.0378	1.8046	15.36 20 10	0.0184	0.0452
19. "	70.45	3.011	3.35	1.0973	18.113 100 20	6.65	0.2198	14.243 150 15	0.0374	1.8499	14.243 30 15	0.02	0.0509
20. "	45.21	1.5945	2.9	1.1511	14.623 100 20	8.7	0.2286	12.35 150 15	0.0519	1.8999	12.35 30 15	0.032	0.0603
21. "	70.11	1.2205	1.6	1.2867	16.065 100 20	8.6	0.3192	15.8325 150 15	0.0441	1.9328	15.8325 30 15	0.0447	0.1019
22. "	50.66	1.69	2.6	1.0911	15.114 120 20	8.8	0.3009	11.1501 150 15	0.0401	1.8219	11.1501 30 15	0.0211	0.0493
23. "	58.53	1.752	2.35	1.0991	16.2222 120 20	6.95	0.2557	16.325 160 16	0.0504	1.807	16.325 30 15	0.0292	0.054
24. "	40.565	1.3352	2.5	1.0633	8.1619 100 20	5.1	0.2155	9.3822 140 14	0.042	1.8159	9.3822 30 15	0.0216	0.0481
25. "	58.723	1.6004	2.1	1.0787	15.0257 120 20	5.5	0.2192	12.1235 160 16	0.0363	1.7583	—	—	—

Analytische Belege zu Tabelle VIII. (Salmiak-Versuch.)

Datum	Koth im Ganzen	Zu N- Bestimmung	Cc. Normal SO <sub>3</sub> neutralisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> - Bestimmung	U Grm. und Cc.	Blutsp. (Cc.)	Zu U Grm. u. Cc.	U gefunden	U im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> - Bestimmung	U Grm. und Cc.	Blutsp. (Cc.)	Zu U Grm. u. Cc.	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Cl im Ganzen	NH <sub>3</sub> im Ganzen	U im Ganzen
22. August	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. "	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. "	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25. "	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. "	16.333	1.01	3.5	0.7810	5.973	100	4.7	5.437 100 100	0.0383	1.1505	1.1505	—	—	—	—	—	—	—
27. "	17.952	1.497	4.9	0.7843	4.3950	100	3.0	5.0701 100 100	0.033	1.1693	1.1693	—	—	—	—	—	—	—
28. "	15.777	1.482	5.5	0.7737	5.3224	100	4.4	4.5962 100 100	0.0332	1.14	1.14	—	—	—	—	—	—	—
29. "	20.634	1.1393	3.25	0.824	5.192	100	4.6	5.096 100 100	0.0295	1.1944	1.1944	—	—	—	—	—	—	—
30. "	17.3032	1.391	4.9	0.801	4.7402	100	4.5	5.116 100 100	0.0328	1.1093	1.1093	—	—	—	—	—	—	—
31. "	17.9392	1.2011	3.7	0.7736	5.1759	100	3.8	5.8141 80 8	0.0373	1.1508	1.1508	—	—	—	—	—	—	—
1. Sept.	15.303	1.18	4.3	0.7807	5.3841	100	4.6	5.096 100 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. "	49	—	—	—	—	—	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. "	50	—	—	—	—	—	5.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) 10 Cc. Normal SO<sub>3</sub> entsprechen 17.8 Cc. NaO.

# THESEN.

- 1) Erst durch Anpassung hat die Hefe das Vermögen erlangt, Zucker zu spalten.
- 2) Der Annahme, dass es Organismen gibt, die ohne freien Sauerstoff leben können, steht Nichts im Wege.
- 3) Es ist nicht mit Sicherheit erwiesen, dass die Rohfaser im Körper der Herbivoren ausser zur Füllung des Verdauungskanaals noch als Nahrungsmittel eine Rolle spielt.
- 4) Die Enzmansschen Kohlenstoffzahlen haben in der Ernährungslehre viel zu wenig Berücksichtigung erfahren.
- 5) Die günstige Wirkung der Tiefgründigkeit lässt sich häufig dadurch erklären, dass den Pflanzen in diesem Falle mehr Kohlensäure zu Gebote steht.
- 6) Die Samencontrollstationen müssten die nicht quellungs-fähigen „hart gebliebenen“ Samen als nicht keimend angeben.

## Berichtigungen.

Pg. 2 4. Zeile von unten lies statt Köhler: Wöhler.  
Pg. 12 letzte Zeile statt 0,2962: **0,2062**.  
Pg. 14 15. Zeile von oben statt Harnsäure: Harnstoff.  
Pg. 24 11. Zeile von oben statt Glasplatte: Glasglocke.  
Pg. 32 Tabelle VIII 28. August Rubrik für Cl statt 0,218: **0,0218**.

Analytische Belege zu Tabelle IX. (Versuch mit schwefelsaurem Ammoniak.)

Datum	Koth im Ganzen Grm.	Zu N- Bestimmung	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutra- lisirt	N im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> Grm. u. Cc.	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutra- lisirt	NH <sub>3</sub> im Ganzen	Zu $\bar{U}$ Grm. u. Cc.	$\bar{U}$ gefunden	U im Ganzen	Zu NH <sub>3</sub> in Alkohol löslich	Cc. 1/10 Normal SO <sub>3</sub> neutra- lisirt	NH <sub>3</sub> in Alkohol löslich in 24 Stunden
1. April	29	—	—	—	29 240 10	2.8	0.1142	—	—	—	—	—	—
2. "	30	—	—	—	30 240 10	2.75	0.1122	—	—	—	—	—	—
3. "	17.7830	1.08	3.35	0.7722	13.7745 100 10	4.5	0.0987	1.735 40 10	0.0349	1.4145	1.735	0.7	0.01205
4. "	16.8603	1.183	3.8	0.7582	10.6822 100 10	3.7	0.0992	—	—	—	—	—	—
5. "	17.4253	0.963	3.025	0.7747	11.768 100 10	3.9	0.09817	2.849 100 20	0.0483	1.4423	2.849	1.35	0.01404
6. "	16.9165	1.165	3.75	0.7623	5.6853 100 10	1.975	0.0939	4.1923 100 10	0.0371	1.4975	4.1923	2.05	0.01406
7. "	14.48	1.005	4.8	0.9682	2.8594 100 10	2.6	0.2238	3.383 100 10	0.0381	1.6302	3.383	5.6	0.0406
8. "	14.1065	1.101	4.4	0.7832	5.49 120 10	3.2	0.1677	2.8203 100 10	0.0305	1.5255	2.8203	2.1	0.0178
9. "	15.1345	1.028	3.65	0.7523	4.753 100 10	2.4	0.1299	3.518 100 10	0.0337	1.45	3.518	1.95	0.0142
10. "	11.093	0.941	4.55	0.7509	2.8787 100 10	1.5	0.0982	6.0881 100 10	0.0802	1.4613	6.0881	4.5	0.01394
11. "	15.9735	1.2060	4.1	0.7602	5.3236 100 10	2.05	0.1045	4.0571 100 10	0.0365	1.4370	—	—	—